



Monográfico: Lesiones musculotendinosas

Actualización en el diagnóstico y el tratamiento de las lesiones musculares del cuádriceps

R. Arriaza Loureda^{1,2}, A. Arriaza Cantos¹

¹ Instituto Médico Arriaza y Asociados

² Cátedra HM de Traumatología del Deporte. Universidade da Coruña

Correspondencia:

Dr. Rafael Arriaza Loureda

Correo electrónico: rafael@arriaza.es

Recibido el 6 de noviembre de 2019

Aceptado el 20 de marzo de 2021

Disponible en Internet: enero de 2022

RESUMEN

Las lesiones del cuádriceps, tanto las que se producen por mecanismos directos como las que se producen por mecanismos indirectos, son muy frecuentes en la práctica deportiva y tanto su modelo de clasificación como su tratamiento han evolucionado significativamente en los últimos años. Al tratarse de un músculo biarticular, el recto femoral es el componente del cuádriceps que se lesiona con más frecuencia y el que da lugar a mayor variedad de opciones terapéuticas, incluyendo las reparaciones quirúrgicas. Además, el recto femoral está inervado por dos ramas nerviosas motoras separadas que penetran por las zonas proximal y distal del músculo, lo que implicaría una regulación neural diferenciada con papeles funcionales específicos para cada región anatómica sobre la que actúan (cadera o rodilla). Dada su frecuencia y la marcada repercusión funcional que producen, es importante para los traumatólogos conocer las características anatómicas particulares y los modelos de clasificación, diagnóstico y tratamiento actuales de las lesiones del cuádriceps.

Nivel de evidencia: 4 (opiniones de expertos).

Palabras clave: Lesiones musculares. Lesiones de cuádriceps. Lesiones de recto femoral. Clasificación lesiones musculares.

ABSTRACT

Update on the diagnosis and treatment of quadriceps muscle injuries

Quadriceps injuries secondary to either direct or indirect mechanisms are very common in sports activities, and both their classification and treatment have evolved significantly in recent years. Since it is a biarticular muscle, the rectus femoris is the quadriceps component most often affected by injury and which has a greater variety of treatment options - including surgical repair. In addition, the rectus femoris is innervated by two separate motor branches that penetrate the proximal and distal zones of the muscle - this resulting in differentiated neural regulation with specific functional roles for each anatomical region upon which they act (the hip or knee). Given their frequency and serious functional repercussions, it is important for traumatologists to know the particular anatomical characteristics and current classification, diagnosis and treatment protocols of quadriceps injuries.

Level of evidence: 4 (expert opinions).

Key words: Muscle injuries. Quadriceps injuries. Rectus femoris injuries. Muscle injury classification.



<https://doi.org/10.24129/j.reaca.29175.fs1911059>

© 2022 Fundación Española de Artroscopia. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Introducción

Las lesiones musculares del cuádriceps son un problema frecuente en los deportistas de cualquier nivel. Actualmente, hay un consenso⁽¹⁾ claro para diferenciar las lesiones musculares directas de las indirectas. Por su constitución –con 3 vientres musculares monoarticulares y otro biarticular que tiene un rafe o tendón central muy definido–, su localización y la marcada exigencia a la que está sometido en muchos deportes, sobre todo en el fútbol, el cuádriceps es un músculo en el que se dan con frecuencia ambos tipos de lesiones, que hoy en día se diagnostican sobre todo por medio de la ecografía⁽²⁾. El cuádriceps ocupa la cara anterior del muslo y sus 3 vastos (*vastus medialis*, *vastus lateralis* y *vastus intermedius*) se originan en las caras medial, lateral y anterior del fémur, respectivamente; su vientre biarticular, el *rectus femoris*, se origina en la región anterior proximal a la articulación coxofemoral, a partir de 3 tendones: el tendón directo, que se origina en la espina iliaca anteroinferior; el tendón indirecto, que lo hace en el margen superolateral del acetábulo; y una pequeña porción refleja que se inserta en la parte anterior de la articulación de la cadera. Los tendones directo e indirecto se continúan en sendas láminas aponeuróticas que se extienden hasta el tercio inferior del músculo. El tendón directo se continúa como la lámina más superficial; el tendón indirecto lo hace como una lámina central intramuscular⁽³⁾.

Las lesiones indirectas son frecuentes en el recto anterior, mientras que las lesiones directas lo son en los vastos medial y lateral. Las lesiones directas son frecuentes en deportes de equipo como el fútbol, el rugby o el fútbol americano, o en deportes de combate como el *kick-boxing*, y suelen causar dolor marcado, con imágenes en la ecografía y la resonancia magnética (RM) de gran desestructuración del tejido muscular, aunque con frecuencia existe una sorprendente disociación con la clínica, de manera que muchas veces los deportistas pueden continuar la práctica deportiva con una limitación mínima⁽⁴⁾. Ocasionalmente, sobre todo en entornos laborales, pueden verse lesiones graves, con sección muscular, por traumatismos directos, que pueden requerir tratamiento quirúrgico (Figura 1).

Sin embargo, las lesiones indirectas suelen seguir un proceso de recuperación prolongado y, en el estudio realizado entre los equipos punteros de la Unión de Federaciones Europeas de Fútbol (UEFA) desde 2001 a 2013, se confirmó que el tiempo de recuperación es aproximadamente 20 veces superior al de las lesiones directas⁽⁵⁾, por lo que nos centraremos fundamentalmente en ellas.

Por otro lado, en el fútbol de alto nivel, las lesiones del cuádriceps han supuesto el 19% de las lesiones musculares, presentando mayor tiempo de baja hasta el retorno deportivo que las lesiones del grupo muscular flexor de la rodilla y de los aductores⁽⁶⁾.

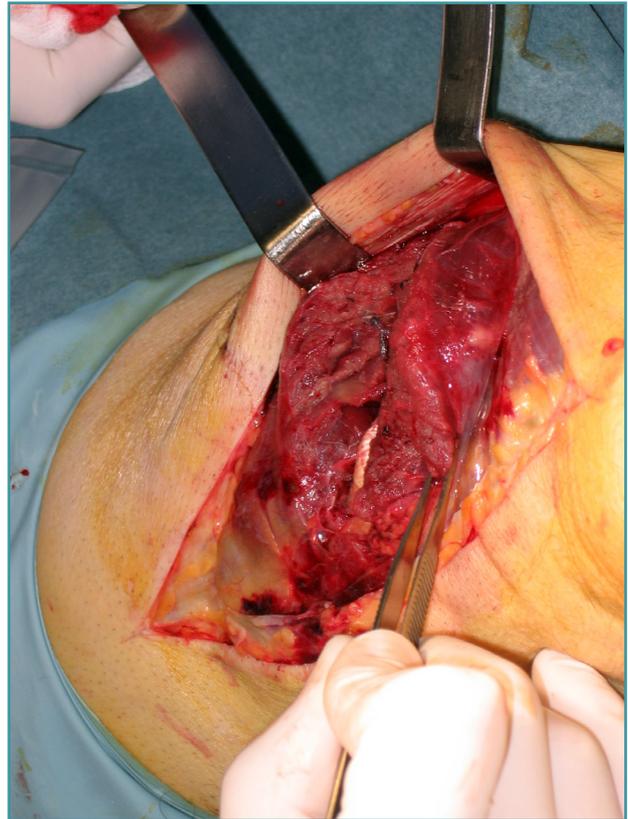


Figura 1. Muslo derecho. La cabeza está a la izquierda de la imagen. Sección completa del vasto interno, el recto anterior y el crural, por caída de un objeto romo y muy pesado (canto de una puerta metálica desde una altura), con la rodilla en flexión. Abordaje quirúrgico para sutura de los distintos vientres musculares.

El objetivo de este estudio es presentar una revisión descriptiva del tema de las lesiones musculares del cuádriceps, como puesta al día para traumatólogos interesados en el área de las lesiones deportivas.

Anatomía

El músculo cuádriceps femoral se considera tradicionalmente formado por 4 músculos: recto femoral (RF), vasto interno (VI), vasto externo (VE) y crural, aunque recientemente han aparecido estudios anatómicos que describen diferentes variantes de la normalidad, con sujetos que muestran desde 5 hasta 8 cabezas musculares⁽⁷⁾. De ellos, el RF es el único que atraviesa 2 articulaciones, por lo que, además de conformar el grupo de los músculos flexores primarios de la cadera, también extiende la articulación de la rodilla y está sometido a un riesgo de elongación elevado si se combinan movimientos en ambas. Debido a esta característica, su longitud, su tendencia a efectuar contracciones de tipo excéntrico y su alto porcentaje de

fibras de contracción rápida de tipo II, es el componente del cuádriceps que se lesiona con más frecuencia. A esto hay que añadir la complejidad de su origen proximal⁽⁸⁾, con un tendón directo que se origina en la espina iliaca anteroinferior y un segundo tendón indirecto o reflejo, que lo hace en el surco supraacetabular (Figura 2). Aproximadamente 2 cm por debajo de su origen, ambos forman un tendón conjunto. La porción directa contribuye principalmente al componente superficial del tendón conjunto y se mezcla con la fascia o aponeurosis anterior del músculo. Por el contrario, la porción indirecta contribuye a las fibras del componente intramuscular profundo del tendón conjunto y forma una unión musculotendinosa profunda que se extiende distalmente abarcando alrededor de los dos tercios proximales de la longitud del vientre muscular del RF. Este tendón intramuscular profundo se localiza ini-

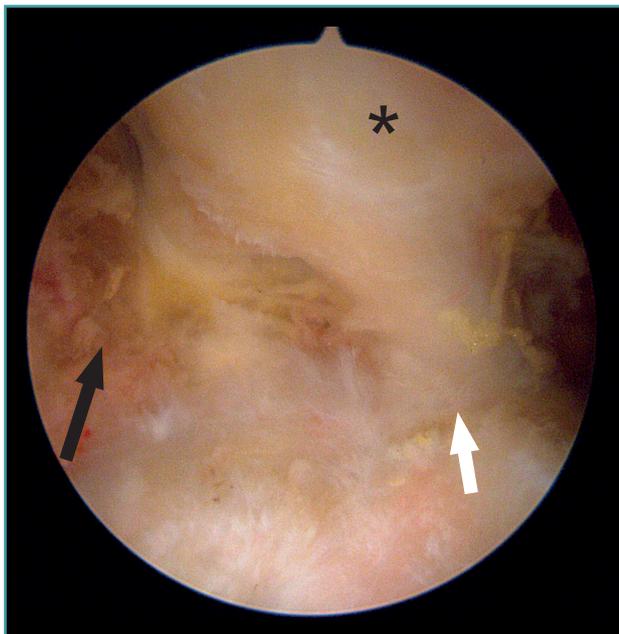


Figura 2. Visión endoscópica del tendón de origen del recto femoral izquierdo. La óptica está situada anterior a la cápsula articular de la cadera (que ocupa el suelo de la imagen). Se pueden apreciar el tendón directo (flecha negra), originándose en la espina iliaca anteroinferior, el tendón reflejo (flecha blanca), originándose en la región supraacetabular, y el tendón conjunto formado tras la unión de los anteriores (asterisco).

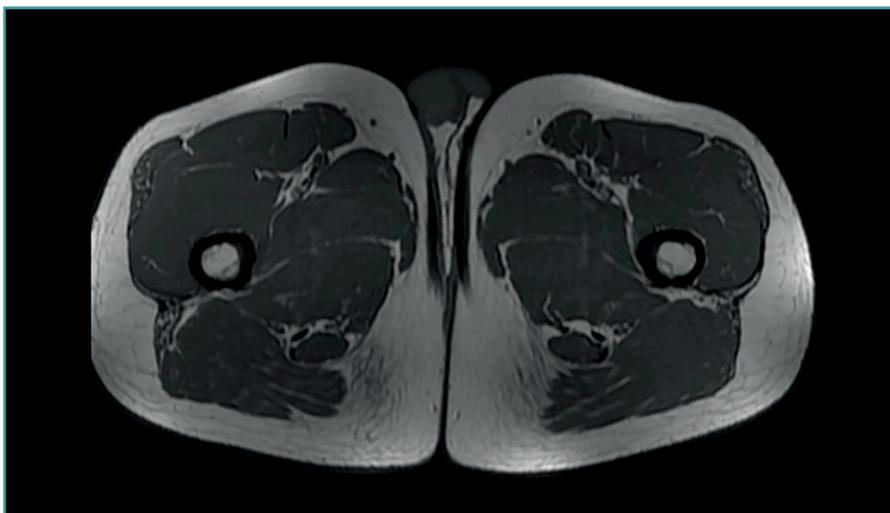


Figura 3. Cortes axiales en T1 de los muslos, que muestran la típica imagen en "coma" del recto femoral de ambos cuádriceps.

cialmente en situación medial y tiene forma de "coma" (Figura 3). Hacia distal, el tendón se aplana adquiriendo una forma lineal con eje mayor sagital y se dispone más lateralmente dentro del músculo⁽⁹⁾. De este tendón central (también denominado aponeurosis central, tabique intramuscular o septo) nacen las fibras musculares que le otorgan el aspecto bipenniforme a este músculo. A su vez, el tendón directo desarrolla una expansión superficial que tapiza por su cara anterior la parte proximal del músculo, de la cual también parten fibras musculares. Todas las fibras musculares van a insertarse en la expansión aponeurótica posterior (fascia posterior), situada en la superficie dorsal del músculo, la cual forma distalmente la capa anterior del tendón cuadriceps. De esta manera, se puede apreciar la existencia de una estructura bipenniforme que se origina a partir del tendón central y que es distinta de otra que la rodea, que se origina a partir de la expansión superficial y que es unipenniforme. Este tipo de configuración se ha denominado "músculo dentro de músculo"⁽¹⁰⁾.

Además, el RF está inervado por 2 ramas nerviosas motoras separadas que penetran por las zonas proximal y distal del músculo, lo que implicaría una regulación neural diferenciada con papeles funcionales específicos para cada región anatómica sobre la que actúan (cadera o rodilla). De esta manera, la región proximal del RF ha mostrado una mayor amplitud en los electromiogramas (EMG) de superficie que las zonas distal y central durante los ejercicios de flexión de cadera⁽¹¹⁾, lo que tal vez podría explicar la tendencia a que se produzcan más lesiones en la zona proximal del RF que en la distal.

De este modo, las lesiones musculares pueden ocurrir en el vientre muscular en una zona de unión miotendinosa o mioaponeurótica: si aceptamos que el tendón intra-

muscular actúa como un puntal de soporte central para la inserción de las fibras musculares, podemos entender por qué la lesión muscular a su alrededor tendrá lugar en un modo “cremallera” y veremos la imagen del sangrado y el edema siguiendo a las fibras rotas con una imagen característica en RM de “pluma”.

En otras ocasiones, la lesión puede incluir una rotura parcial o total del tendón intramuscular; en estos casos, se ha comprobado que las lesiones requieren un tiempo de curación más prolongado y además tienen una tendencia mayor a recidivar⁽¹⁰⁾.

Epidemiología y mecanismo de lesión

Aunque las lesiones musculares del miembro inferior son frecuentes en diferentes deportes, hay pocos estudios que analicen la frecuencia y los patrones de lesiones del cuádriceps, y la mayoría se refieren a futbolistas profesionales^(6,12), aunque recientemente se ha publicado un estudio sobre su frecuencia entre deportistas de escuela secundaria y de 25 diferentes deportes en los EE.UU.⁽¹³⁾ en el que se concluye que la frecuencia de las lesiones del cuádriceps es aproximadamente un tercio de las de los músculos del grupo flexor de la rodilla, que la incidencia (en deportes con competición de ambos sexos) es superior en mujeres que en hombres y su aparición más frecuente en pretemporada que en la temporada de competición.

En fútbol, los diferentes estudios que han analizado la incidencia durante la temporada han encontrado datos contradictorios, lo que tal vez pueda deberse a las diferencias de superficie de juego o la frecuencia de partidos y sesiones de entrenamientos o su intensidad. En la pretemporada de la Premier League inglesa de fútbol⁽¹⁴⁾ y la Australian Football League⁽¹⁵⁾, las lesiones de RF fueron más frecuentes que las lesiones de bíceps femoral, mientras que el estudio de Ekstrand *et al.* en fútbol europeo no encontró diferencias significativas de frecuencia a lo largo de la temporada⁽⁶⁾. Como parece lógico, por la exigencia sobre el músculo, las lesiones del RF son más frecuentes en el lado dominante de los jugadores de fútbol, pero no se ha encontrado una relación directa con la edad del jugador, como sí ocurre en lesiones de otras localizaciones⁽¹⁵⁾. Curiosamente, en el mismo estudio, Orchard y Seward hallaron una relación inversa entre las lesiones del RF y el grado de humedad del terreno, así como entre la distancia/velocidad de la carrera preparatoria y las lesiones, más que con la distancia del golpeo del balón, aunque su estudio se centró en el fútbol australiano, que presenta algunas características diferentes al fútbol europeo. El análisis de las lesiones les permitió relacionarlas, cuando se producían en el miembro de apoyo durante la carrera, con la deceleración previa al golpeo del balón si la zancada se acertaba y el jugador basculaba el tronco

hacia atrás, elongando al recto anterior por su relación con la cadera mientras efectuaba una contracción excéntrica del cuádriceps para frenar la carrera. Sin embargo, la experiencia nos indica (Arriaza A, comunicación personal, junio de 2019) que, con frecuencia, en jugadores de fútbol, la lesión del RF del miembro de golpeo se produce en gestos de relativa poca energía (por ejemplo, al lanzar un penalti o en un pase corto), en los que el jugador trata de rectificar el gesto de golpeo del balón mientras lo ejecuta, por lo que tal vez haya que considerar un mecanismo de descoordinación, que vendría favorecido por la inervación diferenciada que se comentó más arriba, como factor desencadenante, al igual que puede ocurrir en el bíceps femoral, que recibe la inervación de su porción corta del nervio peroneo y la de la porción larga por parte del nervio tibial⁽¹⁶⁾.

Por el mecanismo de lesión y su situación, que los expone al choque con adversarios u objetos, las lesiones directas son más frecuentes en el vasto lateral y la porción distal del vasto medial.

Diagnóstico

La ecografía es un método excelente para estudiar los músculos que forman el cuádriceps y sus tendones, a condición de que el operador tenga suficiente experiencia. Además, la ecografía es la única técnica que permite evaluar el músculo de manera dinámica, mientras que la RM proporciona una información detallada de la lesión muscular. A pesar de los avances en el diagnóstico por imagen, es importante recordar que en ocasiones puede ser difícil diferenciar entre una lesión directa y otra indirecta atendiendo solo a la semiología radiológica, lo que resalta el valor que tiene la historia clínica también en este tipo de lesiones⁽¹⁷⁾.

Debido a las características particulares del cuádriceps, con sus 3 vientres monoarticulares, el comportamiento biarticular del RF, que además tiene un tendón central, las clasificaciones clásicas de las lesiones musculares ofrecen poca información relevante al clínico. La clasificación de las lesiones musculares propuesta en el consenso de Múnich⁽¹⁾ no contempla las características peculiares de músculos como el RF y la mayor tendencia a las recidivas y períodos más largos de resolución y retorno al deporte de aquellas que afectan al tendón central.

Otras clasificaciones, como la de la Asociación Británica de Atletismo⁽¹⁸⁾, incluyen tanto la consideración de su localización anatómica (como miofascial, musculotendinosa, e intratendinosa) como su extensión en la RM, teniendo en cuenta no solo su extensión longitudinal, sino también su área de sección transversal. Sin embargo, estas clasificaciones no incluyen ni el mecanismo de producción ni consideran si una lesión es primaria o re-

Tabla 1. Esquema de la clasificación de consenso de las lesiones musculares adaptada al cuádriceps. Modificado de Valle⁽¹⁶⁾

Mecanismo de lesión (M)	Localización de la lesión (L)	Grado de lesión (G)	Número de recaídas (R)
Lesiones directas (traumáticas) de cuádriceps (T)	(P) Lesiones localizadas en el tercio proximal del músculo (M) Lesiones localizadas en el tercio medio del músculo (D) Lesiones localizadas en el tercio distal del músculo	0 1 2 3	0: primer episodio 1: primera recaída 2: segunda recaída
Lesiones Indirectas del cuádriceps (I) Con subíndice s para las debidas a estiramiento y p para las de golpeo	(P) Lesiones localizadas en el tercio proximal del músculo (M) Lesiones localizadas en el tercio medio del músculo (D) Lesiones localizadas en el tercio distal del músculo Con subíndice p o d para describir la lesión en relación con la unión miotendinosa proximal o distal	0 1 2 3	0: primer episodio 1: primera recaída 2: segunda recaída
Lesiones con imagen de resonancia magnética (RM) negativa (la localización se hace por la zona de dolor)	(Np) Lesión en tercio proximal (Nm) Lesión en tercio medio (Nd) Lesión en tercio distal		0: primer episodio 1: primera recaída 2: segunda recaída

Grado de lesión

0	Al codificar lesiones indirectas con sospecha clínica pero con RM negativa, se considera un grado 0; en estos casos, la segunda letra describe la localización del dolor en el vientre muscular
1	Edema hiperintenso en las fibras musculares, pero sin hemorragia intramuscular o distorsión de la arquitectura muscular (se conservan la pennación y la angulación de las fibras). El patrón del edema es una hiperseñal intersticial con una distribución en "pluma" en las secuencias FSPD o T2 FSE STIR de la RM
2	Edema hiperintenso en fibras musculares y/o peritendinoso, con una alteración leve de la arquitectura de las fibras (borrosidad de las fibras y/o alteración del ángulo de pennación) + pequeña hemorragia intramuscular, pero sin defecto cuantificable entre las fibras. Patrón de edema similar al del grado 1
3	Existe un defecto cuantificable entre las fibras en los planos craneocaudal o axial. Defecto focal hiperintenso con retracción parcial de fibras musculares + hemorragia intermuscular. El defecto entre las fibras en la zona más amplia de lesión en el plano axial del vientre muscular lesionado debe documentarse. El porcentaje del área de sección transversal debe documentarse como subíndice del grado
r	Al codificar una lesión intratendinosa o una lesión afectando a la unión miotendinosa o una retracción o pérdida de tensión del tendón intramuscular, se añade el superíndice (r) al grado

FSE: fast spin echo; FSPD: fat saturated proton density; STIR: short tau inversion recovery

culatura flexora de la rodilla, puede aplicarse al cuádriceps por sus características⁽¹⁹⁾. Esta clasificación (Tabla 1) incluye 4 categorías principales que se relacionan con factores que pueden tener importancia clínica y pronóstica: el mecanismo de lesión (M), la localización de la lesión (L), la gradación de la gravedad (G) y el número de recaídas (R). Dentro de la categoría M puede haber lesiones directas e indirectas, y subtipos (S) para lesiones provocadas por estiramiento y (P) para las provocadas por un gesto de velocidad. Para la localización, se subdivide en 3 regiones: zonas proximal, central y distal del vientre muscular, y, además, según su relación con la zona de unión musculotendinosa (incluyendo al tendón central). Para la gradación, se considera la imagen obtenida en secuencias T2 de RM, en las que la presencia de edema será positiva y se valorará de 1 a 3 según su tamaño, y su ausencia, negativa. Además, si en la RM se aprecia una lesión intratendinosa, que afecte a la zona de unión musculotendinosa o que muestre retracción o pérdida de tensión en el tendón, se añade el superíndice (r). Las recurrencias (R) son aquellas lesiones del mismo tipo y que aparecen en la misma localización que la lesión inicial durante los primeros 2 meses después de retornar a la competición.

En las lesiones que afectan al tendón intramuscular del RF puede verse con frecuencia en la RM el llamado signo de la diana (*bull's eye sign*) que corresponde al aumento de señal alrededor del tendón intramuscular del RF (Figura 4), que puede evolucionar a medida que la

corriente, por lo que, recientemente, se ha propuesto una nueva clasificación que incluye todos estos parámetros y que, aunque fue validada para las lesiones de la mus-

lesión va madurando, desde el edema y la hemorragia inicial a una cicatrización con aumento de la vascularización alrededor del tendón. Un signo de la diana con atrofia e

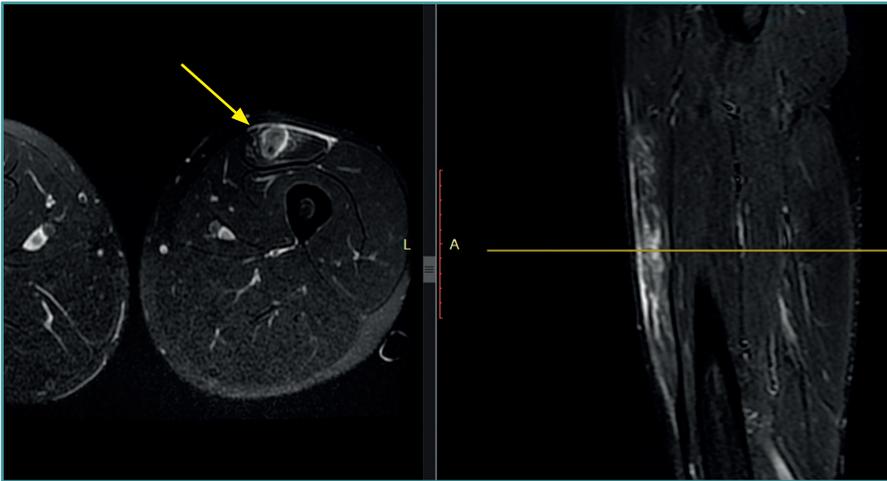


Figura 4. Resonancia magnética del muslo izquierdo con cortes axial y sagital, en secuencia T2. Signo de la diana o bull's eye sign en una lesión del recto femoral izquierdo que provoca un edema alrededor del tendón central y edema en el tejido muscular a su alrededor (flecha amarilla).

infiltración grasa alrededor del tendón corresponde a una lesión antigua y, ocasionalmente, se puede producir un pseudoquiste por el acúmulo de líquido serohemático en la zona de la rotura⁽²⁰⁾, aunque este hallazgo es más frecuente en niños que en adultos.

Es importante también identificar otro tipo de lesiones particulares del RF, que son las llamadas de desgantado (*degloving*), en las que se produce una aparente disociación del componente profundo (bipennado) del

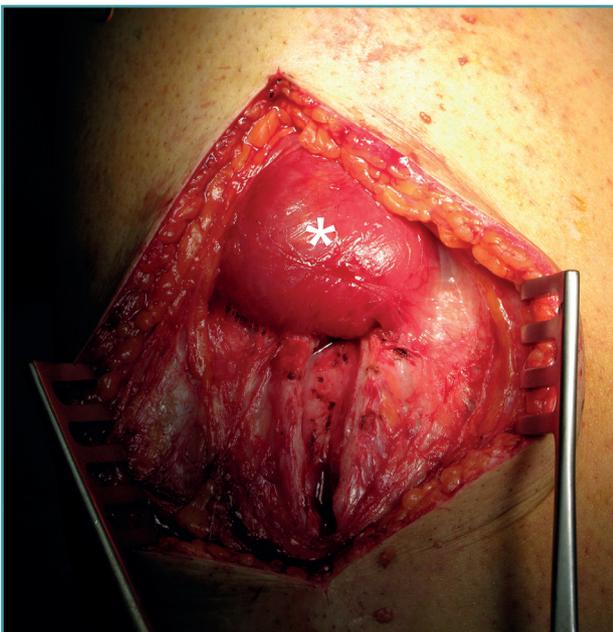


Figura 5. Muslo derecho. La cabeza del paciente está en la región superior de la imagen. Lesión por "desgantado" del recto femoral, con retracción característica del muñón proximal (asterisco).

componente que lo rodea (el unipennado). Esta disociación puede extenderse de 4 a 18 cm y cursar con o sin retracción significativa (**Figura 5**). Dado que parece producirse en la periferia del vientre muscular interno bipennado más que en la unión miotendinosa, se podrían definir como lesiones de dicho vientre muscular⁽²¹⁾.

Si el dolor del paciente es muy proximal, es importante recordar que pueden producirse arrancamientos del tendón a nivel de su origen en la espina ilíaca anteroinferior (EIAI), con o sin avulsión ósea asociada (**Figura 6**).

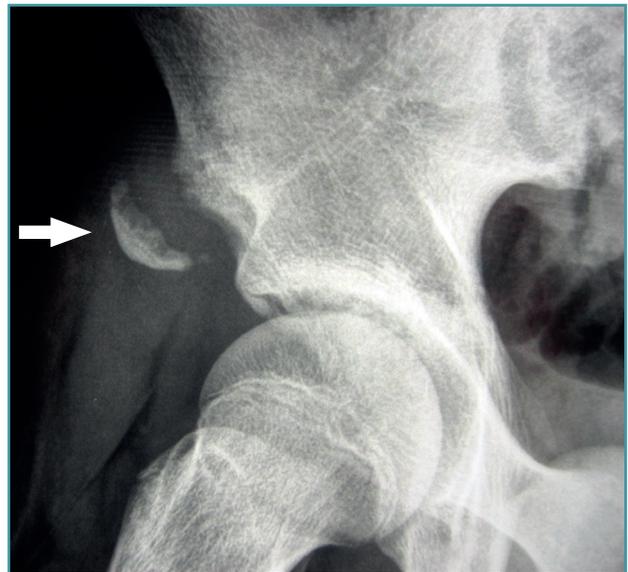


Figura 6. Radiografía en proyección alar de la cadera derecha de un adolescente. Apofisiolisis de la espina ilíaca anteroinferior, por tracción del tendón del recto anterior del cuádriceps. La flecha señala el fragmento óseo avulsionado.

Tratamiento

En general, como es habitual en casi todas las lesiones musculares, el tratamiento suele ser conservador, aunque no existe un modelo de rehabilitación específico para las lesiones de RF. Por ello, es fundamental tener en cuenta los distintos tipos de lesiones que pueden producirse en este músculo, para ajustar los plazos y la exigencia a la que puede ser sometido, con el fin de mi-

nimizar el riesgo de recaídas, a la vez que se evitan demoras innecesarias.

El tiempo de recuperación hasta el retorno deportivo es más corto en las lesiones producidas por mecanismo directo: en el estudio de la UEFA⁽⁶⁾, las lesiones indirectas requirieron, de media, $18,5 \pm 19,5$ días, mientras que las directas permitieron a los jugadores volver a desempeñarse con normalidad al cabo de $7,0 \pm 9,1$ días. Sin embargo, en algunas ocasiones, si la contusión en el vaso externo es muy extensa, el tiempo requerido para completar la recuperación puede ser muy prolongado, sobre todo por la dificultad para lograr la flexión completa de la rodilla sin dolor, lo que ha llevado a algunos autores a recomendar la inmovilización inicial inmediata con la rodilla en flexión de aproximadamente 120° durante las primeras 24 horas después de la lesión y el uso de muletas para caminar en descarga hasta que el paciente lograra un buen control del cuádriceps y caminar sin dolor significativo⁽²²⁾. Con este protocolo, los autores encontraron un tiempo medio de retorno al deporte de 6,5 días para las contusiones leves, de 56 días para las contusiones moderadas y de 72 días para las contusiones graves.

Es importante tener en cuenta que las lesiones que afectan al tendón central tienen un riesgo mayor de recaídas y se asocian a un tiempo de retorno al deporte más prolongado, ya que la reparación del tendón sigue un patrón diferente al de la lesión muscular. La lesión muscular induce una respuesta de las células satélite y un andamiaje de colágeno sobre el que se lleva a cabo la regeneración del músculo, permitiendo una recuperación rápida de la función⁽²³⁾. La lesión tendinosa induce una respuesta inflamatoria caracterizada por el depósito de matriz extracelular y la aparición de una cicatriz que inicialmente tiene poca resistencia a la tensión y que requiere de más depósito de colágeno y de su remodelación, sustituyendo el colágeno desorganizado de tipo III inicial por colágeno de tipo I orientado longitudinalmente, para alcanzar un nivel de resistencia suficiente para tolerar la actividad⁽²⁴⁾.

Tratamiento conservador

En las lesiones del cuádriceps, bien sean por mecanismo directo o por mecanismo indirecto, se producirá una hemorragia y tal vez se formará un hematoma definido entre las fibras dañadas, seguida de una reacción inflamatoria. Habitualmente, una lesión muscular se trata inicialmente con el protocolo de protección, reposo, hielo local y elevación (P-RICE), uso de analgésicos, limitación del empleo de antiinflamatorios no esteroideos (AINE) en la medida de lo posible y evacuación del hematoma si tiene un volumen significativo⁽²⁵⁾. Al permitir el reposo muscular se busca evitar el agravamiento de la lesión, mientras que la aplicación de hielo pretende reducir la

temperatura muscular y reducir el flujo sanguíneo a la zona lesionada, con el objetivo de facilitar una reparación más rápida y el retorno al deporte de manera más precoz, aunque no hay evidencia en la literatura que lo refrende⁽²⁶⁾, si bien la aplicación de frío tiene un efecto analgésico no desdeñable.

Técnicas intervencionistas

Es importante resaltar que hay una serie de procedimientos terapéuticos, como puede ser la inyección intralesional de plasma rico en factores de crecimiento o de suero autólogo condicionado, que podrían mejorar o acelerar el proceso de reparación de la lesión del recto anterior^(27,28), aunque hoy en día la evidencia científica existente no es suficiente para recomendar su uso de manera habitual. Sin embargo, la experiencia de muchos estudios que se han centrado en el efecto de la inyección de plasma rico en factores de crecimiento sobre el tiempo de retorno a la actividad deportiva de atletas con lesiones musculares, incluyendo lesiones del cuádriceps, han mostrado reducciones de hasta el 20% del tiempo comparado con grupos de control⁽²⁹⁾.

Generalmente, al cabo de una semana se puede comenzar un programa de recuperación que consta de 4 pasos y que comienza por la carrera suave hasta acabar con el golpeo de balón a plena potencia y la carrera con aceleración y frenada bruscas. Los ejercicios irán evolucionando desde unos muy analíticos y simples, a la integración de cadenas musculares en gestos más complejos que los vayan acercando al rendimiento deportivo, para lo que se puede adaptar el modelo propuesto para las lesiones de la musculatura flexora de la rodilla⁽³⁰⁾. Para pasar de un nivel al siguiente, el deportista debe completar el paso previo sin molestias⁽³¹⁾; además, en nuestra experiencia y siguiendo la metodología que se emplea también en las lesiones de bíceps femoral, consideramos que la percepción subjetiva del deportista de confianza es un punto importante a considerar para permitirle pasar de un nivel al siguiente.

El uso de la RM como elemento predictivo de la duración de la incapacidad del lesionado es un elemento que está sometido a discusión: no hay estudios que hayan buscado la correlación de manera ciega, por lo que es posible que, en la mayoría de los casos, la visión de la imagen de la lesión predetermine de manera importante el enfoque clínico y los plazos que se manejen para el alta del deportista. De hecho, el estudio doble ciego de Moen *et al.*⁽³²⁾ –aunque se realizó sobre lesiones de musculatura isquiosural– reveló que la RM no añadió información pronóstica adicional sobre el plazo de retorno al deporte de los lesionados, por lo que los criterios que nosotros empleamos se basan en la evaluación de la presencia o ausencia de molestias a la palpación o la contracción isométrica de la zona lesionada; la ausencia de molestias al estiramiento del cuádriceps; la capacidad para realizar

carrera de velocidad, cambios de dirección y, en el caso de futbolistas, golpes de balón; haber completado un programa de readaptación deportiva progresiva que incluya los gestos específicos del deporte a velocidades cada vez más próximas a la exigencia real; y haber realizado un mínimo de 3 entrenamientos completos con el equipo sin sintomatología.

Tratamiento quirúrgico

En determinados casos, especialmente aquellos que afectan al tendón central del RF o a su tendón de origen, puede ser necesario recurrir a la reparación quirúrgica de la lesión para permitir resolverla. Si se realiza la sutura de la lesión muscular, es importante inmovilizar posteriormente con la rodilla en extensión al paciente, para iniciar progresivamente su movilización pasiva al cabo de 3 semanas y la activa al cabo de 6 semanas⁽³³⁾. Si se ha producido un arrancamiento del tendón de origen del RF, se puede optar por un tratamiento conservador, aunque el plazo de retorno al deporte es alto y la tasa de recaídas es del orden del 18%⁽³⁴⁾, por lo que la mayoría de los autores prefieren reservar el tratamiento conservador para pacientes de baja demanda funcional o deportistas no profesionales. En la serie de 10 futbolistas profesionales intervenidos por Viquerizo *et al.*⁽³⁵⁾ hubo 7 casos agudos y otros 3 que fueron intervenidos entre 5 y 7 meses después de la lesión inicial, por la persistencia de la sintomatología, que les impedía la práctica deportiva en su nivel de exigencia. La cirugía se realizó por medio de 3 técnicas diferentes: bien por medio de la inserción transósea en los casos agudos de avulsión proximal, bien por medio de la sutura término-terminal en aquellos casos en los que la rotura se produjo a menos de 3 cm del origen o bien realizando la disección y la movilización del muñón distal en aquellos casos en los que existía una gran retracción, para después suturarlos al remanente tendinoso. Además, se suplementó la reparación con el uso de plasma rico en factores de crecimiento. Igualmente, Lempainen *et al.*⁽³⁶⁾ realizaron la inserción quirúrgica mediante anclajes óseos en una serie de 19 avulsiones proximales del RF (10 de ambos tendones y 9 de un único tendón) con buenos resultados, por lo que la recomiendan si se produce la avulsión de ambos tendones de origen del RF, en pacientes de alta demanda funcional o en aquellos en los que el tratamiento conservador no ha logrado buenos resultados al cabo de 3 meses, aunque reconocen que la cirugía es técnicamente más sencilla si se realiza en la fase aguda.

Conclusiones

La comprensión de las lesiones musculares del cuádriceps ha mejorado en los últimos años, gracias a los avances en

el diagnóstico por imagen y en el conocimiento de su anatomía y del papel biomecánico que tiene el tendón central del RF. Las nuevas clasificaciones de sus lesiones, aunque más complejas que las clásicas y simplistas, van permitiendo avanzar en la definición de factores pronósticos y la optimización de los tratamientos. El papel de las nuevas terapias a la hora de acortar los tiempos de cicatrización y reducir los riesgos de recaídas todavía no ha alcanzado niveles suficientes como para recomendar su uso de manera habitual, aunque se han convertido en un recurso habitual en el tratamiento de los deportistas, especialmente de alto nivel, donde los plazos de recuperación pueden ser muy importantes.

Responsabilidades éticas

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Financiación. Este trabajo no ha sido financiado.

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

1. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013;47:342-50
2. Pasta G, Nanni G, Molini L, Bianchi S. Sonography of the quadriceps muscle: examination technique, normal anatomy, and traumatic lesions. *J Ultrasound.* 2010 Jun;13(2):76-84.
3. Waligora AC, Johanson NA, Hirsch BE. Clinical Anatomy of the Quadriceps Femoris and Extensor Apparatus of the Knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467:3297-306.
4. Trojian TH. Muscle contusion (thigh). *Clin Sports Med.* 2013;32:317-24.
5. Uebliacker P, Müller-Wohlfahrt HW, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). *Br J Sports Med.* 2015;49:1461-5.
6. Ekstrand J, Hägglund M, Walden M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39:1226-32.
7. Olewnik Ł, Tubbs RS, Ruzik K, et al. Quadriceps or multiceps femoris?-Cadaveric study. *Clin Anat.* 2021 Jan;34(1):71-81.

8. Soterios G, Zehava Sadka R, Schweitzer M, et al. Normal anatomy and strains of the deep musculotendinous junction of the proximal rectus femoris: MRI features. *Am J Roentgenol.* 2008;190:W182-6.
9. Hasselman C, Best T, Hugues C, et al. An explanation for various rectus femoris strain injuries using previously undescribed muscle architecture. *Am J Sports Med.* 1995;23:493-9.
10. Balias R, Maestro A, Pedret C, et al. Central aponeurosis tears of the rectus femoris: practical sonographic prognosis. *Br J Sports Med.* 2009;43:818-4.
11. Watanabe K, Kouzaki M, Moritani T. Task-dependent spatial distribution of neural activation pattern in human rectus femoris muscle. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22:251-8.
12. Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):709-4.
13. Eckard TG, Kerr TY, Padua TA, et al. Epidemiology of Quadriceps Strains in National Collegiate Athletic Association Athletes, 2009–2010 Through 2014–2015. *J Athletic Train.* 2017;52(5):474-81.
14. Woods C, Hawkins RD, Hulse M, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36:436-41.
15. Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League seasons 1997–2000. *Br J Sports Med.* 2002;36:39-44.
16. Dahmane R, Djordjevic S, Smerdu V. Adaptive potential of human biceps femoris muscle demonstrated by histochemical, immunohistochemical and mechanomyographical methods. *Med Biol Eng Comput.* 2006;44(11):999-1006.
17. Kary JM. Diagnosis and management of quadriceps strains and contusions. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2010;3:26-31.
18. Pollock N, James SL, Lee JC, et al. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *Br J Sports Med.* 2014;48(18):1347-51.
19. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. *Sports Med.* 2017;47:1241-53.
20. Gyftopoulos S, Rosenberg ZS, Schweitzer ME, et al. Normal anatomy and strains of the deep musculotendinous junction of the proximal rectus femoris: MRI features. *Am J Roentgenol.* 2008;190:W182-6.
21. Kassarian A, Rodrigo RM, Santisteban JM. Intramuscular Degloving Injuries to the Rectus Femoris: Findings at MRI. *Am J Roentgenol.* 2014;202:W475-80.
22. Aronen JG, Garrick JG, Chronister RD, et al. Quadriceps Contusions: Clinical Results of Immediate Immobilization in 120 Degrees of Knee Flexion. *Clin J Sport Med.* 2006;16(5):385-7.
23. Järvinen TA, Järvinen M, Kalimo H. Regeneration of injured skeletal muscle after the injury. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013;3:337-45.
24. James R, Kesturu G, Balian G, et al. Tendon: biology, biomechanics, repair, growth factors, and evolving treatment options. *J Hand Surg.* 2008;33:102-12.
25. Fernández-Jaén TF, Álvarez Rey G, Ardevol Cuesta J, et al. Spanish Consensus Statement: The Treatment of Muscle Tears in Sport. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(12):2325967115622434.
26. Bleakley C, McDonough S, MacAuley D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sport Med.* 2004;32:251-61.
27. 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;34(1):281-8.
28. Wright-Carpenter T, Klein P, Schäferhoff P, et al. Treatment of muscle injuries by local administration of autologous conditioned serum: a pilot study on sportsmen with muscle strains. *Int J Sports Med.* 2004;25(8):588-93.
29. Rossi LA, Molina Rómoli AR, Bertona Altieri BA, et al. Does platelet-rich plasma decrease time to return to sports in acute muscle tear? A randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Oct;25(10):3319-25.
30. Valle X, Tol JL, Hamilton B, et al. Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose. *Asian J Sports Med.* 2015;6(4):e25411.
31. Cross TM, Gibbs N, Houang M, et al. Acute quadriceps muscle strains: magnetic resonance imaging features and prognosis. *Am J Sports Med.* 2004;32:710-9.
32. Moen MH, Reurink G, Weir A, Tol JL, Maas M, Goudswaard GJ. Predicting return to play after hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2014;48:1358-63.
33. Shimba LG, Latorre GL, Pochini AC, et al. Surgical treatment of rectus femoris injury in soccer playing athletes: report of two cases. *Rev Bras Ortop.* 2017;52(6):743-7.
34. Gamradt SC, Brophy RH. Nonoperative treatment for proximal avulsion of the rectus femoris in professional American football. *Am J Sports Med.* 2009;37:1370-4.
35. Vaquerizo García V, Casas Duhrkop D, Seijas R, et al. Surgical treatment of proximal ruptures of the rectus femoris in professional soccer players. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132:329-33.
36. Lempainen L, Kosloska J, Pruna R, et al. Operative Treatment of Proximal Rectus Femoris Injuries in Professional Soccer Players. A Series of 19 Cases. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(10):2325967118798827.