

FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE SORIA

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO
FISIOTERÁPICO DEL MÚSCULO RECTO
FEMORAL EN EL FÚTBOL. REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA NARRATIVA.**

AUTOR: ADRIÁN ABÓN MARTÍN

TUTOR: Dr. FRANCISCO JOSÉ NAVAS CÁMARA

Soria, 12 de junio de 2019

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 CONCEPTO	8
1.2 EPIDEMIOLOGÍA.....	9
1.3 ANATOMÍA.....	10
1.4 ETIOLOGÍA.....	12
1.5 TIPOS DE LESIONES DEL RECTO ANTERIOR.....	13
1.6 BIOMECÁNICA DEL GOLPEO	14
1.7 ANATOMÍA PATOLÓGICA.....	15
1.8 PATOGENIA	16
1.9 DIAGNÓSTICO	17
1.9.1 Anamnesis	17
1.9.2 Signos y síntomas.....	18
1.9.3 Exploración física.....	18
1.9.4 Pruebas complementarias	19
1.10 COMPLICACIONES	20
1.11 PRONÓSTICO	21
1.12 TRATAMIENTO.....	21
1.12.1 Fisioterápico.....	21
1.12.1.1 Fase aguda.....	22
1.12.1.2 Fase regenerativa.....	23
1.12.1.3 Fase fibrogénica.....	24
1.12.2 Farmacológico	25
1.13 PREVENCIÓN	26
2. JUSTIFICACIÓN.....	28
3. OBJETIVOS	28
3.1 Objetivo general.....	28
3.2 Objetivos específicos.....	28
4. MATERIAL Y MÉTODOS	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1 Tratamiento fisioterápico.....	31

5.1.1 Crioterapia	31
5.1.2 Inmovilización y movilización temprana	31
5.1.3 Láser.....	31
5.1.4 Neurodinamia.....	32
5.1.5 Vendaje neuromuscular	32
5.1.6 Electroestimulación.....	33
5.2 Intervención quirúrgica vs tratamiento conservador de la avulsión proximal del RA..	33
5.3 Tratamiento preventivo.....	33
5.3.1 Tratamiento del CORE	33
5.3.2 Masoterapia como técnica preventiva	34
5.3.3 Ejercicios como programa preventivo	35
5.3.4 Estiramiento dinámico vs estiramiento estático como programa preventivo	35
5.3.5 Elastografía como herramienta de prevención	36
5.4 Tratamiento farmacológico.....	37
6. CONCLUSIONES.....	38
7. BIBLIOGRAFÍA	39
8. ANEXOS.....	42
ANEXO I: Cuadro resumen del proceso terapéutico.....	42
ANEXO II: Tabla de búsqueda de las diferentes bases de datos	42
ANEXO III: Escala PEDro para ensayos clínicos.....	44
ANEXO IV: Escala Jadad para ensayos clínicos.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura 1. Promedio de días de ausencia, tras diferentes tipos de lesiones musculares	9
Figura 2. Porcentaje de las diferentes lesiones en el ámbito del fútbol	10
Figura 3. Corte transversal del compartimento del muslo	10
Figura 4. Vista anterior de cadera y muslo.....	11
Figura 5. Vista anterior sin RA y sartorio.....	11
Figura 6. Modelo dinámico multifactorial de la lesión deportiva.....	13
Figura 7. Efectos de la aceleración y desaceleración de segmentos en un modelo de dos segmentos del golpeo de balón.....	15
Figura 8. Apoyo y fase primera del chut de balón	15
Figura 9. Desgarro del RA.....	17
Figura 10. Tejido cicatricial del RA.....	17
Figura 11. Esquema de progresión de las maniobras de masaje	23
Figura 12. Trabajo excéntrico de cuádriceps en cadena cinética abierta.....	26
Figura 13. Cadena cinética cerrada, para mejora de la desaceleración.....	27
Figura 14. Trabajo de CORE reproducción del momento del golpeo.....	27
Figura 15. Diagrama de flujo de PUBMED.....	30
Figura 16. Diagrama de flujo de PEDro	30
Figura 17. Comparación de los umbrales de presión dolorosa en el RA.....	35
Figura 18. Actividad muscular del cuádriceps durante el golpeo después del estiramiento estático y dinámico	36

TABLAS

Tabla 1. Anatomía y biomecánica del cuádriceps.	11
Tabla 2. Componentes mayoritarios en la fase regenerativa	17
Tabla 3. Anamnesis	18
Tabla 4. Exploración física	18
Tabla 5. Cronología de las pruebas complementarias en la lesión muscular	19
Tabla 6. Clasificación del daño muscular basada en la anatomía patológica	19
Tabla 7. Clasificación de las lesiones musculares según criterios por imagen	20
Tabla 8. Utilización de distintos fármacos y derivados frente a la lesión muscular	25

ABREVIATURAS

AEMEF. Asociación de médicos de equipos de fútbol de España

AINE. Antiinflamatorios no esteroideos

AVDs. Actividad de la vida diaria

DOMS. Delayed onset muscular soreness

EIAI. Espina iliaca antero-inferior

EPI. Electrólisis percutánea intratisular

HSPG. Heparán-sulfato de los proteoglicanos

IGF. Factor de crecimiento insulinoide “Insulin-like growth factor”

ms. milisegundos

N/A. No aplicable

PDGF. Factor de crecimiento derivado de plaquetas “Platelet derived growth factor”

PNF. Facilitación neuropropioceptiva

PRP. Plasma rico en proteínas

RA. Recto anterior

RICE. Rest, ice, compression, elevation

RM. Resonancia magnética

ROM. Rango óptimo de movimiento

SPA. Ausencia de participación activa “*Sports participation absense*”

TECAR. Transferencia eléctrica capacitiva y resistiva

TGF-Beta. Factor de crecimiento transformable beta

TNF. Factor de necrosis tumoral

UEMC. Universidad europea Miguel de Cervantes

US. Ultrasonidos.

UVa. Universidad de Valladolid

RESUMEN

Introducción. La lesión del músculo recto femoral o recto anterior (RA), en el ámbito del fútbol, es la segunda patología más frecuente, por detrás de la lesión de los músculos isquiotibiales, causando un período importante de baja deportiva durante la temporada y con posibilidad del 17 % de recidiva, sobre todo si no se han respetado los plazos establecidos para la vuelta a la actividad. El tratamiento basado en la evidencia científica actual y la prevención, que reduce significativamente el periodo de inactividad del futbolista, hace que el papel del fisioterapeuta en el fútbol sea considerado fundamental.

Objetivos. Fundamentar en la evidencia científica el tratamiento y la prevención de la lesión del RA en el futbolista, conociendo las técnicas de tratamiento actuales y considerar los beneficios de diferentes actividades preventivas del RA en el fútbol, además de contrastar la utilización de fármacos para uso terapéutico.

Metodología. Se han utilizado las bases de datos: Pubmed (MEDLINE), PEDro, libros de la Universidad de Valladolid y de la Universidad Miguel de Cervantes (UEMC), y el Google Académico. Se utilizaron diferentes palabras clave: “Football”, “physioterapy”, “treatment”, “injuries”, “quadriceps”, “rectus femoris muscle”, “soccer”. Finalmente, tras cumplir una serie de criterios de selección, se incluyeron un total de 40 referencias para la elaboración del trabajo de las que 10 fueron para el desarrollo del apartado de la discusión.

Resultados y discusión. Pese a las diferentes limitaciones presentes en los estudios, se pueden utilizar un conjunto de técnicas manuales y físicas beneficiando al futbolista en el tratamiento del RA. Además, la prevención de éste músculo mediante ejercicios de CORE, estiramientos dinámicos, ejercicios de estabilidad, flexibilidad y potenciación son muy importantes para evitar tiempos de baja deportiva, ya que conlleva una gran pérdida tanto para el futbolista como para conveniencia del club.

Conclusiones. Después del análisis y discusión de la literatura empleada puede concluirse que en el tratamiento fisioterápico; la movilización activa beneficia la recuperación muscular. Las maniobras de masaje dependen de la fase patológica en que se encuentra el paciente. El láser mejora marcadores bioquímicos, mientras el vendaje neuromuscular sigue en controversia, y la electroestimulación necesita de más investigaciones. La prevención, potenciando la flexibilidad, fuerza y estabilidad, trabajo de CORE, y estiramientos dinámicos reducen el número de lesiones y de recidivas. Por otro lado, la utilización de AINEs, inhiben el dolor, y por lo tanto interfiere en el tratamiento fisioterápico.

ABSTRACT

Introduction. Rectus femoris muscle injury is the second most frequent pathology in football after hamstring injury, causing a significant period of sport leave during the season and a chance of recurrence of 17 %, especially if the deadlines established for the return to activity are not respected. Treatment based on current scientific evidence and prevention, which significantly reduces the period inactivity of the footballer, makes the role of the physiotherapist in football essential.

Aims. The main objective is to find scientific evidence on the treatment and prevention of RFM injury in football players, Knowing the current treatment techniques and considering the benefits of different preventive activities of rectus femoris in football, as well as contrasting the use of drugs for therapeutic use.

Methodology. The following databases have been consulted: Pubmed (MEDLINE), PEDro, books from the University of Valladolid and UEMC, and Google Scholar. Furthermore, some keywords have been used such as: "Football", "physioterapy", "treatment", "injuries", "quadriceps", "rectus femoris musle", "soccer". Finally, after fulfilling a series of selection criteria, a total of 40 references have been included for the elaboration of the work of which 10 were for the development of the discussion section.

Results and discussion. Despite the different limitations present in the studies, a set of manual and physical techniques can be used to benefit the footballer in the treatment of rectus femoris. In addition, the prevention of this muscle through CORE exercises, dynamic stretching, stability exercises, flexibility and empowerment are very important to avoid times of sports leave, as it entails a great loss both for the player and for the convenience of the club.

Conclusions. After the analysis and discussion of the used literature it can be concluded that in the physiotherapy treatment; the active mobilization benefits the muscular recovery. Massage maneuvers depend on the pathological phase in which the patient is. The laser improves biochemical markers, while the neuromuscular bandage remains controversial, and electrostimulation needs more research. Prevention, enhancing flexibility, strength and stability, CORE work, and dynamic stretching reduce the number of injuries and relapses. On the other hand, the use of NSAIDs inhibits pain and therefore interferes with physiotherapy treatment.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CONCEPTO

Las lesiones musculares son muy frecuentes en el ámbito deportivo, especialmente en el fútbol. En otros deportes, como puede ser el baloncesto, o el balonmano, la incidencia es alta, aunque no se alcanza la frecuencia del fútbol⁽¹⁾.

Normalmente, las lesiones musculares se producen cuando la carga mecánica a la que se somete un músculo es superior a su tolerancia⁽²⁾.

Las lesiones musculares generan una limitación funcional que varía en función de la gravedad. Hay una pérdida de volumen y fuerza muscular, incluso un cierto grado de rigidez articular, debido a la inhibición refleja como mecanismo protector frente al dolor⁽³⁾.

Las lesiones musculares se clasifican según el mecanismo lesional en extrínsecas (directas) e intrínsecas (indirectas).

-Las lesiones extrínsecas son debidas a una contusión y se pueden clasificar según la gravedad, dependiendo del número de fibras comprometidas en leves o benignas (grado I), moderadas (grado II), graves (grado III), o una laceración. El tiempo de baja deportiva es más corto que en las lesiones intrínsecas, además el 7,5 % de las lesiones que afectan al muslo se deben al juego sucio, sobre todo al final de cada parte⁽⁴⁾.

-Las lesiones intrínsecas se basan en el aumento de una fuerza tensional superior a la resistencia del tejido. Puede variar su componente viscoelástico por la fuerza y velocidad ejercida, la fatiga local y la temperatura tisular. La percepción del futbolista es un dolor repentino en forma de tirón o pinchazo, y está relacionado con el sprint, el chut o el cambio de ritmo⁽¹⁾. Según la asociación de médicos de equipos de fútbol de España (AEMEF), se distinguen diferentes tipos de lesiones por mecanismo intrínseco; los calambres y las agujetas (DOMS), que alteran el metabolismo celular, el edema muscular que puede ser debido a una contractura, a una elongación y a una sobrecarga pero sin hematoma, (también denominadas traumáticas menores⁽⁵⁾) en cambio las lesiones musculares de grado I (microrrotura fibrilar), grado II (rotura fibrilar), grado III (rotura muscular completa) si se acompañan de hematoma⁽³⁾ (traumáticas mayores⁽⁵⁾) y son las que se van a desarrollar en este trabajo de fin de grado.

Algunos factores predisponentes a la lesión muscular son la lesión previa con rehabilitación inadecuada, el déficit propioceptivo y de fuerza, el desequilibrio muscular, la laxitud ligamentosa, la hipomovilidad y la cicatrización miofibrilar⁽²⁾.

1.2 EPIDEMIOLOGÍA

Las lesiones musculares en el ámbito deportivo, y sobre todo en la práctica del fútbol, tienen una gran incidencia, alrededor de más del 30 % de todas las lesiones. La musculatura más implicada es la biarticular, y especialmente las fibras de contracción rápida.

El 90 % de las lesiones se deben a una tensión excesiva o una contusión y el 95 % de las lesiones musculares son del miembro inferior, el más utilizado en este deporte.

Por otro lado el 96 % de las lesiones musculares se originan en situaciones sin contacto^(4, 6). Se producen un promedio de dos lesiones musculares por cada mil horas de trabajo, lo que supone unas doce lesiones por temporada, aproximadamente, por lo tanto unos trescientos días de baja profesional (sería la media de días totales que los jugadores de un equipo de fútbol causarían baja durante el año), con una pérdida para el club, en el fútbol de élite, de hasta 30 000 euros/día⁽⁶⁾ (Figura 1).

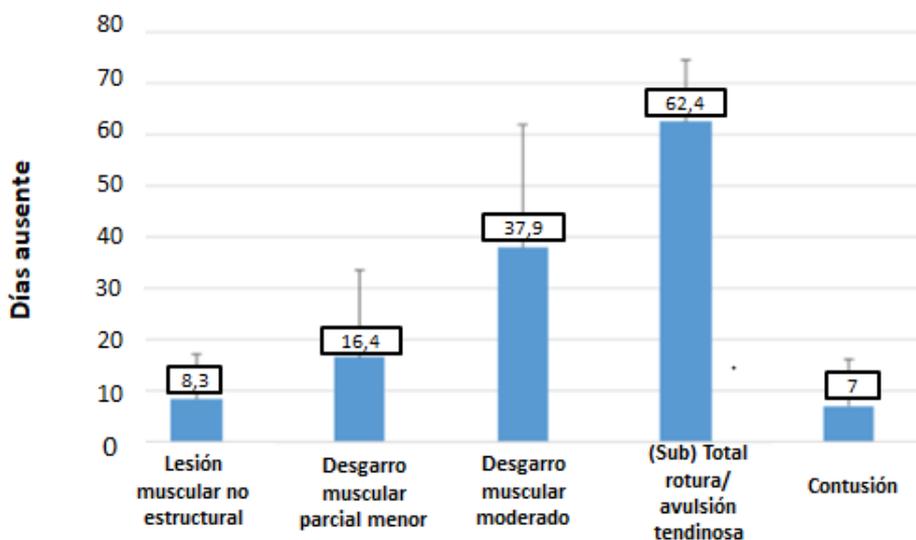


Figura 1. Promedio de días de ausencia, tras diferentes tipos de lesiones musculares⁽⁶⁾

Por orden de frecuencia, las lesiones más importantes son (Figura 2):

- Las distensiones o desgarros musculares que representan un 51 %: isquiotibiales un 35 %, cuádriceps un 32 %, aductores un 15 %, tríceps sural un 14 % y sartorio un 4 %.
- Las tendinopatías alcanzan un 27 %: cuádriceps 40 %, tríceps sural 21 %, isquiotibiales 17 % y tensor de la fascia lata 10 %.
- Las contracturas ocupan el tercer lugar con un 12 %: isquiotibiales 35 %, cuádriceps 29 %, aductores 18 % al igual que tríceps sural.
- Y los casos de osteopatía dinámica de pubis suponen un 10 %.

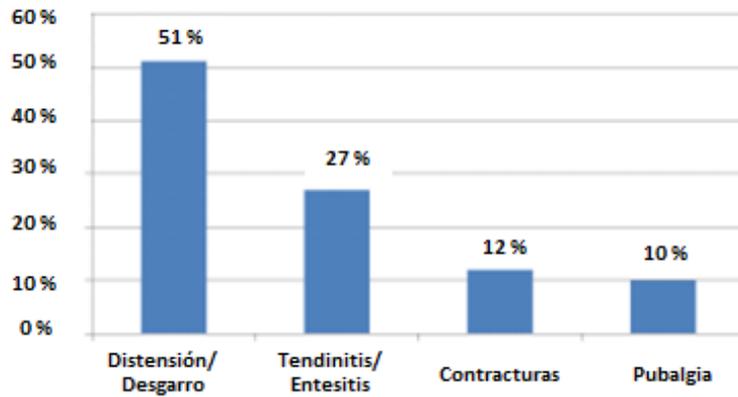


Figura 2. Porcentaje de las diferentes lesiones en el ámbito del fútbol⁽⁷⁾

Para poder diagnosticar estas lesiones musculares, hay que centrarse en el mecanismo lesional, en los síntomas del futbolista y en la exploración física.

Lo más común son lesiones musculares del RA, mientras que las lesiones de los tendones proximales son poco frecuentes^(8, 9).

1.3 ANATOMÍA

El RA es uno de los músculos más potentes del cuerpo humano, cuya función se ve correlacionada con la correcta actividad de sus componentes y de sus antagonistas, los isquiotibiales (Figuras 3-5). Se trata de un músculo fusiforme, por lo tanto los movimientos se ejecutan con grandes variaciones de longitud y/o con una alta velocidad de acortamiento⁽⁸⁾ (Tabla 1).

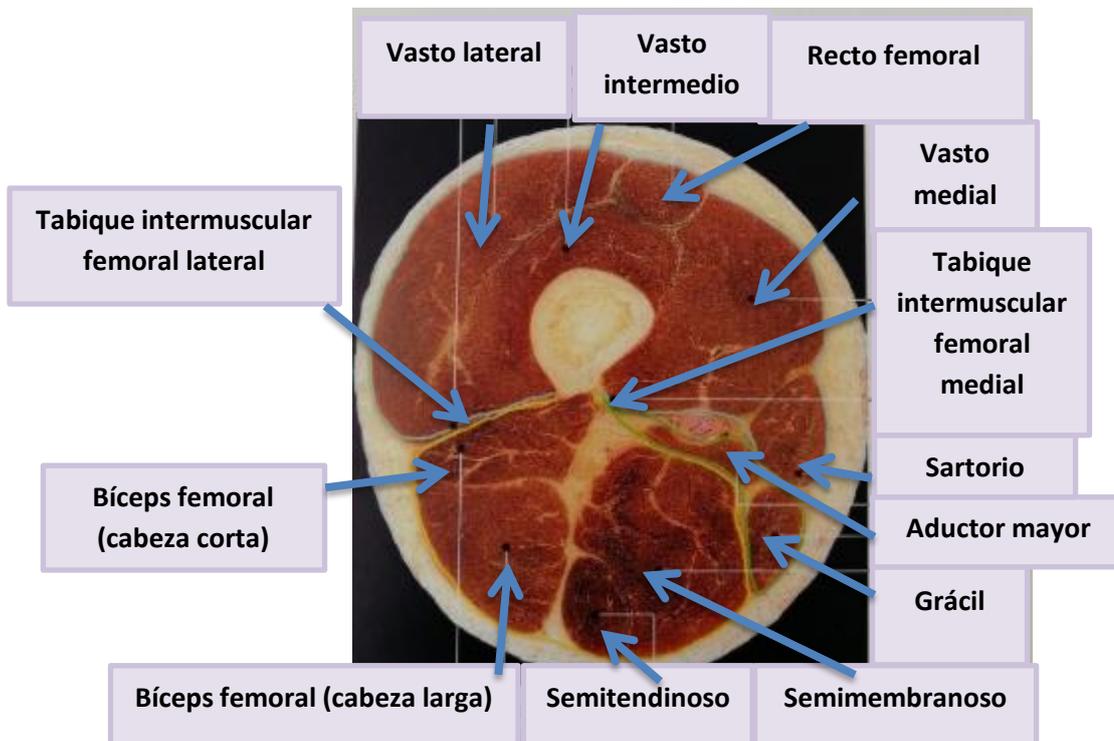


Figura 3. Corte transversal del compartimento del muslo⁽¹⁰⁾

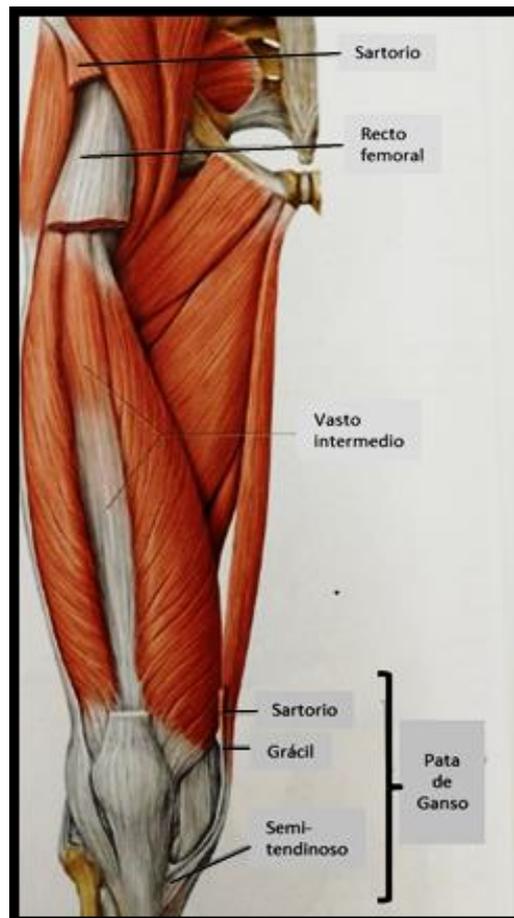
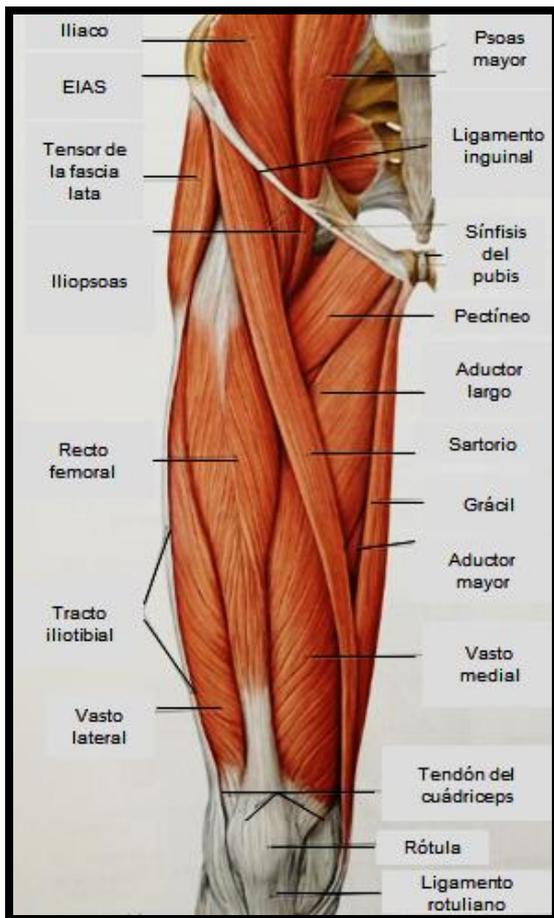


Figura 4. Vista anterior de cadera y muslo⁽¹⁴⁾ Figura 5. Vista anterior sin RA y sartorio⁽¹⁴⁾

Tabla 1. Anatomía y biomecánica del cuádriceps.

INERVACIÓN/IRRIGACIÓN	ORIGEN	INSERCIÓN	FUNCIÓN
<p>1. Músculo cuádriceps femoral</p> <p>- Nervio femoral (plexo lumbar L2-L4). RA, vasto lateral y medial biarticulares. Vasto intermedio monoarticular.</p> <p>- Irrigación: arteria femoral; arteria circunfleja femoral lateral^(11, 12).</p>	<p>- RA: espina iliaca antero-inferior (EIAI).</p> <p>- Vasto lateral: superior y anterolateral a la diáfisis del fémur, inferior al trocánter mayor.</p> <p>- Vasto medial: línea intertrocantérea.</p> <p>- Vasto intermedio: 2/3 superiores anterior y lateral al fémur.</p>	<p>- Tendón conjunto del cuádriceps (base de la rótula) que posteriormente será el tendón rotuliano (tuberosidad tibial)</p>	<p>- Flexión de cadera. - Extensión de rodilla.</p>

Fuente: Elaboración propia modificado de Gilroy y Sobotta^(11, 12)

La inserción proximal del RA, cuenta con un tendón directo que se origina en la espina iliaca anterosuperior (inicia la flexión de cadera) y otro tendón indirecto o reflejo, que se inserta en el surco supraacetabular y lateral a la articulación coxofemoral (y se activa una vez iniciada la flexión de cadera)⁽¹³⁾.

1.4 ETIOLOGÍA

Dentro de las lesiones del cuádriceps, en el fútbol, los estudios reflejan que el músculo RA es el más afectado, ya que tiene una mayor actividad electromiográfica en la extensión de rodilla y se encuentra más expuesto (posición más anterior) para sufrir una lesión, además de su longitud fusiforme, su tendencia a la contracción excéntrica y su gran porcentaje de fibras rápidas tipo II ^(9, 13) .

Por otra parte, un estudio informa que el mayor riesgo de lesión del RA en el fútbol está provocado por la extensión de cadera y la flexión de rodilla⁽¹⁴⁾.

Otra circunstancia desencadenante de la lesión es la falta de control motor sobre determinadas acciones o gestos. Así durante el sprint, cuando se conjugan velocidades angulares altas y actividad excéntrica elevada, la probabilidad de lesión del RA es mayor⁽⁸⁾.

En el caso de la *desaceleración*, el tronco se mantiene más erecto y el centro de masas recae por detrás de la base de apoyo, aumentando las fuerzas de frenado horizontales. Esto incrementa la fuerza excéntrica que soporta el cuádriceps aumentando la probabilidad de lesión del RA⁽⁸⁾.

El golpeo de balón, representa el mecanismo de lesión más característico, aunque no se sabe bien en qué momento exacto se produce. Según Mendiguchia⁽⁸⁾, la probabilidad de lesión es mayor en el momento de retroceso del golpeo de balón.

El RA también puede verse afectado en una contracción excéntrica, produciéndose la lesión bien en el momento del impulso o bien al final de la zancada⁽²⁾.

La importancia del desequilibrio entre cuádriceps e isquiotibiales también es uno de los mecanismos lesionales más relevantes, ya que el extensor de la rodilla es más potente^(2, 15, 16).

En la figura 6 se expone un modelo que ayuda a interpretar el proceso de lesión. Se diferencian dos áreas, una enfocada a los factores de riesgo y la otra al mecanismo lesional. En este modelo destacan los factores de riesgo extrínsecos que actúan sobre un futbolista ya predispuesto y, por otro lado, los factores de riesgo intrínsecos que actúan predisponiendo a la lesión, pero no son suficientes para causarla.

La situación del juego, el momento de la temporada, el contacto o no, el nivel técnico y la fatiga, entre otros, serán datos relevantes para la comprensión de la lesión y su prevención⁽²⁾.

Factores de riesgo para le lesión (lejanos al resultado)

(cercanos al resultado)

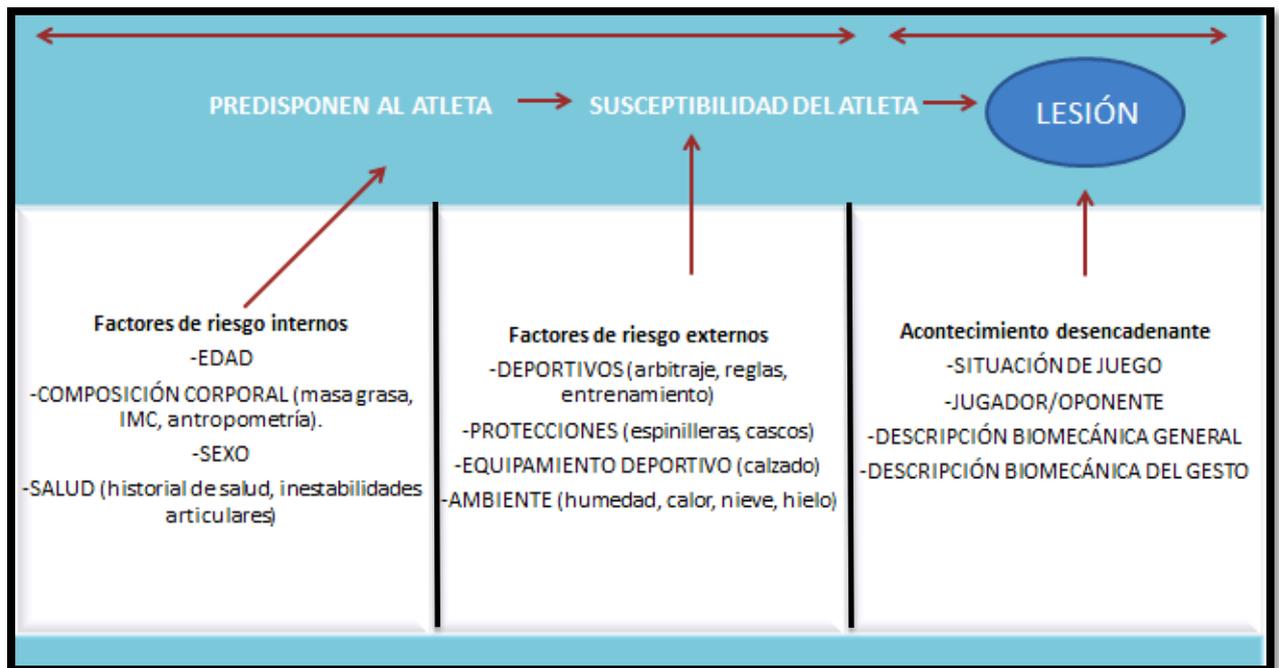


Figura 6. Modelo dinámico multifactorial de la lesión deportiva⁽²⁾

Otros factores que incrementan el riesgo en la lesión del RA pueden ser intrínsecos como la poca flexibilidad, la fatiga precoz, un déficit de calentamiento y enfriamiento, el sobreentrenamiento, la desviación de la columna y la dominancia del miembro afecto, o extrínsecos como el mal calzado, la inestabilidad de la pista, las condiciones ambientales de frío y humedad, y las condiciones de campo muy seco^(8, 17).

1.5 TIPOS DE LESIONES DEL RECTO ANTERIOR

Se pueden establecer diferentes tipos de lesiones del RA^(2, 13):

- Desinserciones**: son poco frecuentes en el fútbol y suelen producirse por una contracción explosiva contra una resistencia fija, tras una desaceleración brusca de la contracción o tras un estiramiento.
- Epifisitis o enfermedad de Hansen**: no es muy común en el fútbol y se suele sospechar cuando en el adolescente existe dolor inguinal mecánico. Se trata de una necrosis aséptica de la EIAI, por tracción repetida del tendón directo.
- Lesión del tendón central**: estas lesiones son de peor pronóstico, ya que el tendón central tracciona sobre la ceja cotiloidea e impide la correcta reparación fibrilar. Para una longitud de 4 cm de rotura, el período de baja deportiva es de 45 días y aumenta 5 días por cada centímetro.
- Lesión superficial**: es poco habitual, se considera miofascial, y se localiza en el tercio superior del RA.
- Lesión periférica proximal**: se localiza en el tercio medio superior y puede ser lateral o

medial. Esta lesión no suele limitar la actividad deportiva y existe poca bibliografía al respecto. En la región más tendinosa se puede asociar a una avulsión de la EIAS, ya que es la primera en participar en la flexión de cadera, no es muy común en el ámbito del fútbol profesional, pues su prevalencia es mayor en jóvenes que no han alcanzado la madurez ósea.

f) Lesión periférica distal: se puede localizar en los tercios inferior, medio y superior del RA, su baja deportiva oscila entre 10 y 15 días, y al igual que la anterior, se encuentra poco referenciada en los artículos.

En base a la clasificación expuesta, esta revisión bibliográfica se centra en la lesión del tendón central.

1.6 BIOMECÁNICA DEL GOLPEO

El golpeo del balón en el fútbol se inicia con la movilización de los segmentos proximales hacia delante, creando un retardo en los segmentos distales.

En la primera fase (A), se inicia una aceleración del muslo y un retraso de la pierna, producido por la flexión de la rodilla. En la segunda fase (b), la más relevante, se produce la aceleración de la pierna y como consecuencia la deceleración del muslo (Figura 7).

Existe una relación temporal entre el instante en que el muslo consigue su máxima velocidad, el momento de extensión de rodilla y el instante de golpeo de balón. La rodilla alcanza su pico máximo de velocidad en un tiempo que está comprendido entre 40-70 ms, después de la máxima velocidad del tobillo y de la cadera, que se encuentra entre 40-50 ms⁽¹⁸⁾.

La velocidad lineal del golpeo depende de dos ítems: la longitud de los segmentos corporales que intervienen y el radio de los movimientos de rotación. Debe tenerse en cuenta que cuanto mayor sea la masa de la pierna y la velocidad del pie en el impacto, mayor será la velocidad de la pelota.

La pierna de apoyo crea fuerzas de reacción que ayudan a la transferencia de energía entre cadenas. Los segmentos libres ayudan a mantener el equilibrio para un golpeo eficaz.

Cuando se apoya el pie, la pierna de golpeo está retrasada con la cadera en hiperextensión y flexión de la rodilla (Figura 8). El tronco se encuentra inclinado y rotado hacia el lado del golpeo, para aumentar la fuerza de golpeo. El tiempo que transcurre entre el apoyo y el golpeo del balón oscila entre 130 y 150 ms⁽¹⁸⁾.

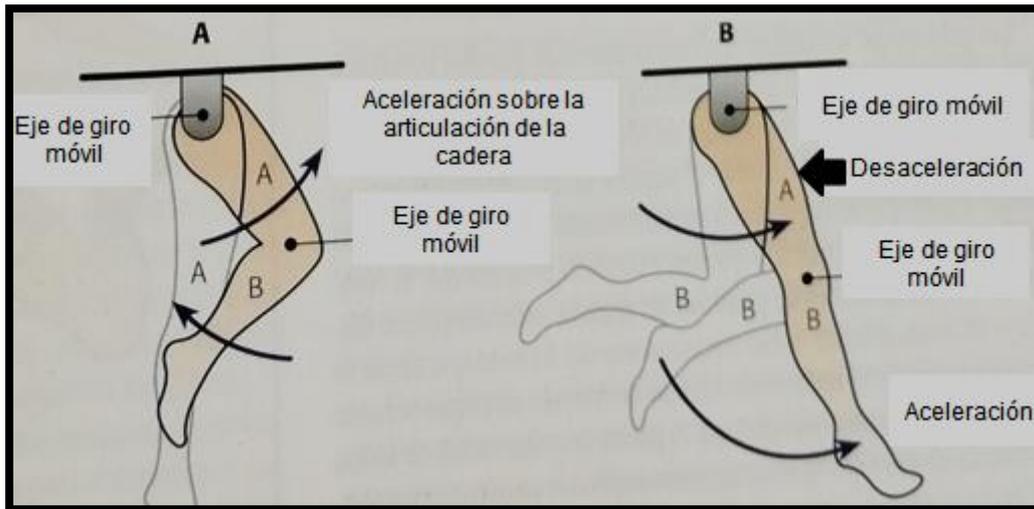


Figura 7. Efectos de la aceleración y desaceleración de segmentos en un modelo de dos segmentos del golpeo de balón⁽¹⁸⁾



Figura 8. Apoyo y fase primera del chut de balón⁽¹⁸⁾

1.7 ANATOMÍA PATOLÓGICA

Tras la rotura muscular, en un primer momento, se produce una afectación del citoesqueleto y del sarcómero, que se acompaña de pérdida de las proteínas desmina y fibronectina. La desmina, que relaciona los miofilamentos, así como la titina y la conectina, que estructuran el sarcómero, se encuentran comprometidas. La desestructuración celular ocasiona un aumento del calcio intracelular y la activación de los sistemas de hidrólisis proteica. El proceso evoluciona 2 ó 3 días en sentido “negativo”⁽²⁾.

En la rotura fibrilar, las alteraciones estructurales se pueden producir muy cerca de la unión miotendinosa, donde la elasticidad sin rotura no es tan grande como en el vientre muscular. La lesión produce microhemorragia en la zona, y una reacción inflamatoria con infiltración celular (entre 4 y 6 horas posteriores a la lesión) y edema. Hacia el séptimo día,

predomina la proliferación de tejido fibroso conectivo frente al proceso inflamatorio, alcanzando su máxima actividad entre la segunda y la cuarta semana⁽²⁾.

Cuando ocurre una pérdida de continuidad muscular, se produce un hematoma y una extravasación de sangre, que puede ser intramuscular, donde la fascia se mantiene intacta, o intermuscular que indica que la fascia está comprometida y, por lo tanto, la sangre se encuentra en los espacios intersticiales⁽¹⁷⁾.

1.8 PATOGENIA

El proceso de reparación muscular se divide en tres etapas⁽²⁾:

1) La fase aguda que se desarrolla durante las primeras 24-48 horas. Se produce un hematoma por extravasación de sangre, por lo tanto inflamación (degeneración fibrilar de la actina y la miosina) y la liberación de citocinas que activarán a las células satélites y los fibroblastos, además de la estimulación de neutrófilos, macrófagos y linfocitos, es decir se reclutan macrófagos para la fase degenerativa. En esta etapa se producen vasodilación y angiogénesis (Figura 9).

Por otro lado, un aumento de proteína C reactiva favorece el reconocimiento de los patógenos y de los fosfolípidos de células dañadas, mientras que la proteína A amiloide sérica estimula la fagocitosis. Otra consecuencia de esta fase es la posible aparición de fiebre, como respuesta de estrés térmico, que sirve para señalar el tejido que sufre con más intensidad, además de la somnolencia, que reduce el gasto energético⁽¹⁹⁾.

2) La fase regenerativa se extiende desde las 24 horas hasta los 14 días. El objetivo es la activación y la estimulación de células satélites musculares, a partir de factores de crecimiento y sustancias químicas. Pueden diferenciarse en mioblastos, miofibroblastos o fibroblastos. Para que se realice una buena cicatrización deberán aumentar los mioblastos, y, en menor medida, los miofibroblastos, evitando la proliferación de los fibroblastos que conducen a una cicatriz fibrosa no buscada. En la tabla 2 se exponen los principales elementos que participan en esta fase.

3) La fase fibrogénica transcurre entre los 14 y los 28 días, es cuando se produce mayor actividad celular y disminuye la diferenciación celular (Figura 10).

Tabla 2. Componentes mayoritarios en la fase regenerativa

Componente	Acción	Medida
Miostatina	Inhibidor de las células satélites del músculo	Inhibir, para aumentar el tejido muscular
TGF-Beta	Transformar células satélites en fibroblastos	Inhibir con curcumina para evitar la fibrosis
IGF-1 y IGF-2	Diferenciación de células satélite en mioblastos y aumenta la capacidad de recuperación miofibrilar	Ninguna
PDGF y HSPG	Diferenciación de la célula satélite en mioblastos	Ninguna
TNF-Alfa	Promueve la migración de mioblastos al foco de lesión	Ninguna
Relaxina	Diferenciación del mioblasto en fibra muscular madura	Ninguna

Fuente: Elaboración propia según recogida de datos Balius⁽²⁾

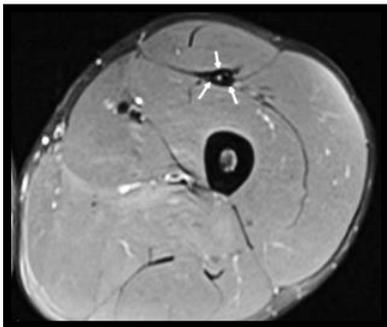


Figura 9. Desgarro del RA⁽⁸⁾

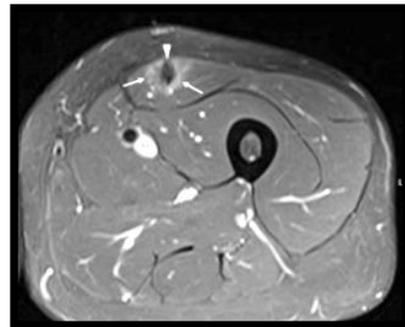


Figura 10. Tejido cicatricial del RA⁽⁸⁾

1.9 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico fisioterápico se basa en la historia clínica, en los signos y los síntomas, en la exploración física y en las pruebas complementarias, ya que la utilización de resonancia magnética (RM) y de ecografías facilita el conocimiento del grado de lesión y su pronóstico^(4, 6). Inmediatamente, tras la lesión, se procederá a la anamnesis, se observará la clínica y se realizará la exploración física, para orientar un primer diagnóstico. Se tendrá en cuenta que si no existe un compromiso muscular importante, el diagnóstico precoz no es fácil.

1.9.1 Anamnesis

La anamnesis sirve para recoger los antecedentes locales y generales, describir el momento lesional y recoger la evolución inmediata (Tabla 3).

Tabla 3. Anamnesis⁽¹⁾

Anamnesis	SI	NO	Observaciones
Lesión previa de la misma estructura			
Otra susceptibilidad a la lesión			
Partido/entreno			Inicio/mitad/final
¿Recuerda el mecanismo lesional?			Chut/sprint/saltos/otros
¿Ha podido continuar?			
¿Ha mejorado?			

1.9.2 Signos y síntomas

En la mayoría de los casos, dependiendo del nivel de afectación de las fibras musculares, se trata de un dolor repentino, agudo, intenso y localizado, acompañado de impotencia funcional, pudiendo añadirse la inflamación de la EIAI^(9, 17). En este caso, el futbolista deja de jugar de una manera repentina, por lo tanto se trataría de una lesión aguda, mientras que si ocurre de forma progresiva se trataría de una lesión muscular subaguda, pudiendo el dolor ser solapado y aparecer de forma insidiosa durante alguna acción del juego^(2, 8).

En función de los días de evolución se podrá observar un “muñón” muscular más o menos grande y/o alto⁽²⁾.

1.9.3 Exploración física

La exploración física se basa en la palpación y en las pruebas funcionales, tanto musculares como articulares (pasivas, activas y resistidas). A la palpación; siendo dolorosa, solicitar la contracción activa del musculo afecto; primero con el músculo estirado más sensible en lesiones leves y, después contrarresistencia (aunque si se sospecha rotura muscular, puede agravar la lesión⁽³⁾) y valorar la flexibilidad muscular que tiende a ser dolorosa (Tabla 4). Por otro lado, una depresión en un área muscular, conocido como “el signo del hachazo”, sería un rasgo típico de rotura muscular.

Tabla 4. Exploración física⁽¹⁾

Exploración	SI	NO	Observaciones
Tiempo de evolución			
¿Presenta equimosis?			
¿Presenta deformidades musculares			
Puntos dolorosos			Topografía
Espasmo muscular			Cuál:
¿Es posible la contracción contra manual?			Isométrica/concéntrica/excéntrica
¿Es dolorosa la contracción activa?			Isométrica/concéntrica/excéntrica
¿Es mayor la capacidad de estiramiento pasivo?			
¿Es doloroso el estiramiento pasivo?			

1.9.4 Pruebas complementarias

Dependiendo del tiempo posterior a la lesión, se realizarán unas pruebas complementarias u otras (Tabla 5). Inmediatamente a la lesión, se realizará la anamnesis y la exploración física, para orientar un primer diagnóstico, se tiene que tener en cuenta que si no existe un compromiso muscular importante, el diagnóstico precoz no es fácil. A las 12 horas posteriores a la lesión solo se sabe con certeza un diagnóstico fiable mediante la ecografía en lesiones de grado II o superior. Para conocer si se trata de un grado I o 0, se determina la proteína miosina en suero, que indicaría una lesión fibrilar. A las 24 horas, mediante RM se puede dictaminar un diagnóstico y pronóstico de la lesión muscular. Por último, a las 48 horas, mediante ecografía, resulta eficaz el pronóstico y el diagnóstico.

Tabla 5. Cronología de las pruebas complementarias en la lesión muscular⁽⁴⁾

	Historia clínica	Exploración física	Ecografía	RM	Marcadores bioquímicos
Inmediato	X	X			
12 h		X	X		X
24 h		X	X	X	X
48 h		X	X		

La lesión del RA se puede clasificar, según su gravedad, en⁽¹³⁾:

- a) Grado I: lesión microscópica, sin pérdida funcional, con edema, y hemorragia intersticial peritendinosa sin desgarro. La afectación fibrilar no supera el 5%.
- b) Grado II: Desgarro parcial con pérdida de fuerza y del rango óptimo de movimiento (ROM). Localización de hemorragia miotendinosa.
- c) Grado III: Desgarro completo con pérdida total de continuidad.

Existen otras clasificaciones de las lesiones del RA, según otros criterios, como puede ser la afectación anatomopatológica (Tabla 6) o siguiendo razones de imagen (Tabla 7).

Tabla 6. Clasificación del daño muscular basada en la anatomía patológica⁽⁴⁾

Nomenclatura	Estadios	Características	Pronóstico
Contractura y/o DOMS	Grado 0	Alteración funcional, elevación de proteínas y enzimas.	1-3 días
Microrrotura fibrilar y/o elongación muscular	Grado I	Alteración leve tanto fibrilar como del tejido conectivo.	3-15 días
Rotura fibrilar	Grado II	Afectación de más fibras y lesión más importante en el tejido conectivo con hematoma.	3 a 8 semanas
Rotura muscular	Grado III	Importante rotura completa.	8 a 12 semanas

DOMS: "Delayed Onset Muscular soreness" (agujetas; microrroturas en las bandas Z).

En cuanto a las técnicas de imagen, la RM se trata de una herramienta de gran sensibilidad, que identifica estructuras con gran precisión, pero con un alto coste, mientras que la ecografía sirve para realizar un estudio dinámico que complementa la exploración física y permite un seguimiento evolutivo con un menor coste que la RM⁽⁴⁾.

Tabla 7. Clasificación de las lesiones musculares según criterios por imagen⁽⁴⁾

Nomenclatura	Estadios	Ecografía	RM
Contractura y DOMS	Grado 0	Edema entre fibras y miofascial y aumento de la vascularización local	Edema intersticial e intramuscular. Aumento de señal en T2.
Microrrotura fibrilar y/o elongación muscular	Grado I	Mínima solución de discontinuidad, edema entre fibras y líquido interfascial	Aumento de la señal intersticial e intermuscular leve.
Rotura fibrilar	Grado II	Defecto muscular, hematoma y líquido interfascial	Alta señal intersticial, defecto muscular focal, aumento de señal alrededor del tendón.
Rotura muscular	Grado III	Pérdida completa de continuidad.	Disrupción completa.

El diagnóstico diferencial además incluye la evaluación de la tensión neural del nervio femoral, ya que el futbolista puede notar una sensación “eléctrica” o de “quemazón” en la parte anterior del muslo que podría confundirse con la lesión muscular⁽⁸⁾.

Una técnica que utilizan diferentes disciplinas, sobre todo en el ámbito deportivo, es la elastografía, que proporciona información funcional sobre los tejidos musculotendinosos, pudiendo revelar patologías traumáticas menores. Es una técnica de imagen que se fundamenta en la hipótesis de que el tejido sano difiere del tejido patológico en su elasticidad por la diferente conformación molecular. Es útil para pronosticar, para monitorizar post-lesión, y para detectar variaciones subclínicas, incluso antes de que haya una modificación ecográfica. Esta técnica aclara dudas sobre el diagnóstico y facilita la evaluación de seguimiento como una técnica precisa, no traumática y no costosa⁽⁵⁾.

1.10 COMPLICACIONES

Las complicaciones asociadas a una lesión del recto anterior son las siguientes^(6, 8):

- Recidivas en el 17 % de los casos (mayor riesgo durante las 2 semanas iniciales al regreso de la actividad).
- La miositis osificante se produce por traumatismo directo; se trata de una formación de hueso anormal en los tejidos blandos.

-El síndrome compartimental agudo es debido, en el ámbito del fútbol, sobre todo a fracturas y contusiones y consiste en un gran aumento de presión intracompartimental que provocaría isquemia⁽²⁾. También puede ser producido por una técnica de masaje temprana⁽⁶⁾.

-Atrofia muscular, disminuye el tamaño muscular con infiltración grasa, asociándose a una inmovilización, desuso o denervación⁽³⁾.

-Desequilibrio muscular.

-Quiste intramuscular en caso de lesión grave.

-Osificación heterotópica.

1.11 PRONÓSTICO

El pronóstico depende del grado de afectación fibrilar, lógicamente a mayor gravedad peor pronóstico. Además, según Balias et al. ⁽²⁰⁾ la lesión del RA más proximal conlleva mayor tiempo de recuperación, por lo tanto, peor pronóstico debido al fenómeno de cizallamiento: alrededor de 45 días de ausencia de participación activa (SPA) para una lesión Grado II del RA proximal, y 33 días de recuperación para la porción distal. Es importante tener en cuenta la función del músculo sartorio, ya que su afectación retrasaría la recuperación del RA^(8, 20).

1.12 TRATAMIENTO

El tratamiento tiene que centrarse en las fases de recuperación biológica, que son; la fase de inflamación, la fase de regeneración miofibrilar y por último la formación de tejido fibroso y remodelado⁽²⁾.

1.12.1 Fisioterápico

La asistencia del fisioterapeuta se suele desarrollar a partir de un diagnóstico médico, y según evoluciona la patología se va introduciendo la participación del equipo técnico (readaptador, preparador físico...)⁽²⁾.

El tratamiento fisioterápico de las lesiones musculares no tiene un modelo único y debe adaptarse a cada individuo. Es importante un control evolutivo de la lesión mediante un examen de seguimiento a través de la ecografía periódica, pruebas funcionales y la palpación, teniendo en cuenta que el dolor no es buen indicativo de la curación del tejido⁽⁶⁾. Hay que vigilar el momento del inicio del ejercicio excéntrico, puesto que sin una imagen de formación de tejido conectivo no se puede asegurar que el tejido muscular se está reparando y entonces este tipo de ejercicio no se realizará. Además, es necesario ser prudente con los ejercicios repetitivos en el campo, y por último, se tiene que controlar desde el inicio el gesto funcional del futbolista⁽⁴⁾.

La inmovilización debe ser lo más breve posible, por el aumento de la inflamación y la atrofia muscular, que reducen la recuperación y aumentan las complicaciones posteriores.

El modelo de tratamiento se va a focalizar en la lesión del tendón central del RA.

Dependiendo de la fase en la que se encuentre la lesión muscular, se aplicarán las diferentes técnicas físicas y/o manuales.

1.12.1.1 Fase aguda

En la fase aguda, desde el inicio de la lesión hasta el 3º día, se utiliza el método RICE (reposo, hielo, compresión y elevación), entre 15 y 30 minutos cada 2-3 horas, en función de la masa muscular lesionada. En el caso del RA del adulto estos intervalos de tiempo pueden ser mayores. Esta terapia reduce el hematoma y el edema intersticial y, por lo tanto, favorece la regeneración. En caso de que haya un hematoma muy grande puede evacuarse mediante punción ecoguiada o cirugía. El reposo será relativo durante esta primera fase, mientras que el efecto principal de la utilización de vendajes compresivos es el de antiinflamatorio, incrementando el recambio sanguíneo, mejorando el drenaje. Se aplicará en dirección ascendente y lateral, rodeando el muslo^(4, 3, 6, 21).

Es importante que el paciente normalice sus actividades de la vida diaria (AVDs), ayudándose de muletas, para mantener su función, y evitar, en la medida de lo posible, la disminución de la forma física⁽²⁾.

-La electroterapia de efecto analgésico y descontracturante, se puede utilizar desde el 2º día de la lesión, con una frecuencia baja de unos 8 Hz; favoreciendo así el aumento de capilares. Se pueden dedicar 20 minutos, 2 veces al día. En fases posteriores se puede realizar potenciación muscular, con una frecuencia de 10 Hz, durante 20 a 30 minutos⁽²⁾.

-El mantenimiento del tono muscular se llevará acabo mediante ejercicios de facilitación neuropropioceptiva (PNF) como ejercicios irradiados y de Kabat para promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de propioceptores, siguiendo la regla del no dolor, mejorando la funcionalidad y el entrenamiento activo^(2, 21).

-La evidencia de la utilidad del vendaje neuromuscular está en discusión^(4, 21). Puede servir en fases iniciales como complemento a las técnicas manuales de drenaje. En caso de la aplicación linfática no se aplicará tensión, y el anclaje será proximal (en pulpo). Si se utiliza para hematomas, se empleará una tensión del 50 al 75 % en "I" (en forma de enrejado) y por último al 100 % de tensión (en forma de asterisco) para reducir el tono muscular⁽²¹⁾.

1.12.1.2 Fase regenerativa

Durante la fase regenerativa, de 4 a 7 días, la base del tratamiento será la movilización activa temprana, para que el tejido muscular tenga una buena adaptación. Así se favorece la circulación sanguínea y la carga mecánica, reestructurando el colágeno y formando cicatriz conectiva^(1, 2, 6).

El signo clínico que sirve de guía es la molestia del paciente, ya que si tiene dolor, la carga es mayor que lo que el paciente puede tolerar^(1, 2).

En cuanto al tratamiento mediante terapia física hay poca evidencia y mucha controversia, las técnicas más utilizadas son:

-La termoterapia, que se introducirá en la fase de regeneración y fibrogénesis, aumentando así la vascularización, la extensibilidad y un efecto analgésico y descontracturante, fomentando la regeneración fibrilar. Por lo tanto, se pueden aplicar ultrasonidos (US) con el RA en estiramiento sin dolor, la hipertermia conociendo la profundidad de la lesión, y la diatermia con la utilidad del TECAR (Transferencia eléctrica capacitiva y resistiva), la más empleada actualmente. Su utilización puede ser diaria en la fase que se aplica, mientras que la hipertermia será en días alternos^(1, 2).

-El láser de bajo nivel infrarrojo mejora los marcadores bioquímicos relacionados con el daño fibrilar y reduce la inflamación del músculo esquelético⁽²²⁾.

-La electrólisis percutánea intratisular (EPI): se trata de una técnica que utiliza una corriente galvánica con ayuda ecográfica en la lesión, favoreciendo la reparación del tejido^(3, 21).

La terapia manual se basa en:

-La masoterapia, se realizará con una progresión suave y superficial, a lentas y profundas, trabajando en primer lugar a distancia del foco lesional y posteriormente en el foco (Figura 11).



Figura 11. Esquema de progresión de las maniobras de masaje⁽²⁾

-La hidrocinesterapia, en fases iniciales a partir del 4º día, ya que permite una carga precoz, además la presión hidrostática produce un efecto de “drenaje” y mejora la propiocepción. Por otra parte, permite un entrenamiento cardiovascular, una reeducación de la marcha y de la carrera^(1, 2).

La realización de ejercicio se iniciará de forma progresiva, sin superar el 10 % en la escala visual analógica de dolor (EVA)⁽⁴⁾.

-Los estiramientos entre el 3º y 5º día y teniendo en cuenta la gravedad de la lesión; estiramientos estáticos activos en tensión pasiva (contracción del antagonista) y en cuanto aumente la tolerancia a este tipo de estiramiento se introducen los de tensión activa (contracción agonista)^(1, 2). Los estiramientos seguirán el control del dolor-molestia. Cada estiramiento consistirá en 12 segundos de trabajo y 12 segundos de reposo^(1, 2).

-La tonificación muscular se basará en isométricos en amplitud media e interna, isotónicos en fase concéntrica en amplitud media e interna, isométricos en amplitud externa y total y, en último lugar, los isotónicos en fase concéntrica en amplitud externa y total⁽²⁾.

-Ejercicios lumbopélvicos (CORE), se trata de mejorar la patología mediante su estabilización y movilización de esta musculatura, desde la fase regenerativa. El objeto es estirar la musculatura tónica y tonificarla en el trabajo excéntrico, mientras que los músculos fásicos se tonificarán concéntricamente o isométricamente. Por lo tanto, se reactiva la musculatura profunda, para no realizar compensaciones con la más superficial^(1, 2, 21).

-Neurodinamia, por la proximidad de los músculos a los tejidos neurales. Serán ejercicios que se lleven a cabo de manera progresiva y gradual, pudiendo realizar de 1 a 3 series de 10 a 12 repeticiones, cuando el paciente lo permita en la fase de recuperación en la que se encuentre. Esta técnica se realizará después de haber trabajado el sistema musculoesquelético que puede comprometer el sistema neural ^(2, 21).

Durante el periodo del 7º al 14º día tras la lesión, se seguirá con los ejercicios de la anterior etapa, añadiendo caminar 30 minutos, más bicicleta y elíptica.

1.12.1.3 Fase fibrogénica

A lo largo de los días 14º al 21º se seguirá con US y diatermia. Además de los ejercicios lumbopélvicos y de estiramiento, (una vez que el futbolista tolere el ejercicio excéntrico), se realizan estiramientos dinámicos-balísticos y pliométricos^(1, 2).

Se introduce el ejercicio concéntrico submáximo, de 6 a 8 series con 12 a 15 repeticiones⁽¹⁾. Se iniciarán excéntricos en todo su rango articular y con diferentes resistencias y por último, ejercicios pliométricos^(2, 3).

Se iniciará la carrera continua con una velocidad de 8 km/h. Además se realiza el primer contacto con el balón⁽¹⁾.

Entre los días 21° y 30° se continuará con el trabajo anterior, aumentando la velocidad de carrera y trabajando el gesto deportivo con el readaptador.

Del 30° al 45° día se intensificará al trabajo excéntrico, la masoterapia, cuando sea necesaria, y se reincorpora al deportista a trabajar con el grupo.

Sobre el día 45° se da el alta médica con indicaciones para prevenir recidivas.

Se pueden sintetizar los párrafos anteriores en la Tabla 9 (Anexo I).

1.12.2 Farmacológico

El tratamiento farmacológico tiene que servir para mejorar el proceso biológico y acortar los plazos de recuperación (Tabla 8). Se trata de un tema muy controvertido y con relativa poca evidencia científica. Uno de los objetivos de su utilidad es no crear una cicatriz fibrótica, ya que aumentaría el tiempo de recuperación del deportista⁽²⁾.

Tabla 8. Utilización de distintos fármacos y derivados frente a la lesión muscular⁽²⁾

Fármaco	Utilización	Fase	Evidencia	Utilidad
Analgésicos	↓ Dolor	I	Alta	+
AINEs	↓ Inflamación	I	Alta	-
Miorrelajantes	Descontracturante	I	Alta	+
Antifibróticos	Evita la fibrosis	III	Alta	+
Hiperbaria	↑ Oxigenación en tejidos		Baja	-
Infiltraciones de corticoides	↓ Inflamación y degradación hística	III	Baja	++
Infiltración de Actovegin ^R	Activación del metabolismo celular		Baja	-
Infiltración de Traumeel ^R	↓ Inflamación y dolor	I	Baja	-
Infiltración de plasma rico en proteínas (PRP)	Aceleración de la reparación hística en todas sus fases	I,II y III	Baja	-
Infiltración de células madre	Reducción de la fibrosis y favorece la neoangiogénesis		Baja	-

*Únicamente en fibrosis dolorosas y hematomas enquistados.

1.13 PREVENCIÓN

La prevención en este ámbito reduce la incidencia de las lesiones musculares^(1, 2, 7, 23, 24).

La prevención de la lesión del RA, se basa en potenciar la flexibilidad, la fuerza y la estabilidad del individuo. En este caso no se encuentran datos objetivos de estudios sobre prevención aunque este estudio se basa en la opinión de expertos con evidencia nivel 5⁽⁸⁾.

La propiedad que más se tiene que trabajar para prevenir las lesiones del RA es la flexibilidad, sobre todo con una longitud de flexión de cadera óptima.

Por otro lado, las raíces del nervio femoral, pasan por el psoas y si este está limitado, se irritará el nervio y, en consecuencia, existirá mayor tensión del RA⁽⁸⁾.

Por otra parte, la mejora de la fuerza de la cadera y de la extensión de la rodilla, disminuye el riesgo de lesión del RA. Cuando se patea la pelota se produce la máxima flexión de la cadera y la velocidad del pie es máxima también. En este caso si se reduce el trabajo del psoas-iliaco, el RA tendrá que compensar esa debilidad, estando más solicitado y expuesto a más riesgo de lesión.

Para la prevención del cuádriceps se trabajará con ángulos superiores a 90°⁽²⁵⁾.

Según Mendiguchia et al⁽⁸⁾, el ejercicio excéntrico mejora más la masa muscular, la fuerza y la potencia que los concéntricos y los isométricos (Figura 12).



Figura 12. Trabajo excéntrico de cuádriceps en cadena cinética abierta⁽⁸⁾

Hay que aumentar las fuerzas de frenado, con ejercicios de saltos, lastres, desaceleración con chalecos y prolongando el tiempo de frenado al aterrizar (Figura 13).



Figura 13. Cadena cinética cerrada, para mejora de la desaceleración⁽⁸⁾

Es muy importante fortalecer la musculatura del CORE⁽²⁶⁾, para la mejora del equilibrio, el control de fuerza, la postura del tronco, la estabilidad de la cadera, durante movimientos estáticos y dinámicos, para disminuir el riesgo de lesión muscular del miembro inferior, además de evitar un déficit muscular en la cadera que aumentaría este riesgo⁽²⁾ (Figura 14).

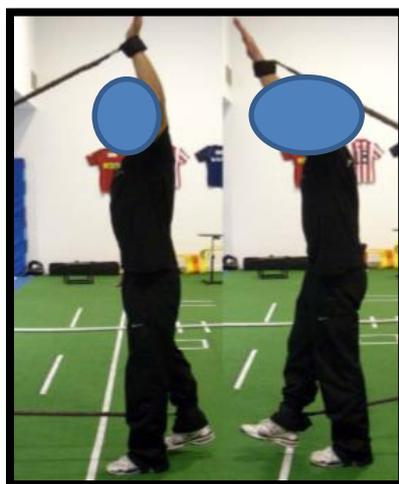


Figura 14. Trabajo de CORE reproducción del momento del golpeo⁽⁸⁾

Durante el golpeo el tronco se extiende, por lo tanto los abdominales tienen que contrarrestar la fuerza del cuádriceps, que se localiza en el lado contralateral al golpeo. También se debe tener en cuenta el cuadrado lumbar del lado contralateral al pateo, ya que se vuelve con más tono. En definitiva, la función del CORE tiene que ser la de contrarrestar la torsión, la inclinación y la extensión durante el sprint y durante el golpeo. Para ello el trabajo excéntrico de abdominales tiene que ser progresivo, pero aún no se conocen ciertamente sus parámetros⁽²⁷⁾.

Se deben evitar ejercicios excéntricos de alta intensidad y larga duración durante los períodos de competición.

Para que haya una buena prevención de los futbolistas, durante la pretemporada, se utilizarán ejercicios concéntricos de flexión de cadera, y limitando el número de golpeos.

2. JUSTIFICACIÓN

Las roturas musculares en el RA suponen un gran problema para los futbolistas, ya que se trata de la segunda lesión muscular más importante en este deporte por detrás de los isquiotibiales.

Aunque no suele presentar complicaciones importantes para el futbolista, se puede perder un período de tiempo importante sin realizar la actividad y con posibilidad de recidivas.

Es de gran importancia una buena prevención, un diagnóstico certero y un tratamiento adecuado y adaptado a cada deportista.

Se ha decidido realizar una búsqueda bibliográfica narrativa sobre esta patología, ya que resulta interesante y necesario comprender las lesiones más frecuentes en el ámbito del fútbol, porque es el deporte más extendido a nivel nacional y prácticamente a nivel internacional.

Asimismo es conveniente establecer y verificar los beneficios de la fisioterapia en la prevención y el tratamiento de la lesión del RA.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Fundamentar en la evidencia científica el tratamiento y la prevención de la lesión del RA en el futbolista.

3.2 Objetivos específicos

-Establecer las mejores técnicas tanto de terapia manual como la utilidad de aparatos en el tratamiento fisioterápico de la lesión del RA en el futbolista.

-Considerar los beneficios de diferentes actividades preventivas del RA en el fútbol.

-Contrastar la utilización de fármacos para uso terapéutico.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se ha realizado una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos: Medline (PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Google académico y biblioteca UVA y UEMC.

Las palabras usadas en inglés han sido: “*injuries*”, “*football*”, “*physioterapy*”, “*treatment*”, “*quadriceps*”, “*soccer*”, “*rectus femoris muscle*” utilizando la ayuda de operadores booleanos como “AND”, “OR” y “NOT”.

La utilización de palabras en castellano en google académico: “tratamiento”, “fútbol”, “cuádriceps”, “lesión”, “mal del futbolista”, “prevención”.

-CRITERIOS DE INCLUSIÓN: se ha utilizado bibliografía de los últimos 5 años, tanto de ensayos clínicos como revisiones sistemáticas de futbolistas profesionales y amateurs y además se ha incluido tratamiento de otros deportes como puede ser el running. Para desarrollar la introducción se ha utilizado bibliografía de más de 5 años, por su relevancia e interés.

-CRITERIOS DE EXCLUSIÓN: Ensayos con animales, publicaciones de más de 5 años y artículos no relacionados con el cuádriceps y con nota inferior a 5 en la escala PEDro.

En la sección de anexos se muestran las estrategias de búsqueda en la base de datos MEDLINE y PEDro (anexo II), además de la puntuación en la Escala PEDro-Español para ensayos clínicos (anexo III) y la escala Jadad (anexo IV).

En definitiva se han incluido un total de 40 referencias para la elaboración del trabajo de las que 10 se han empleado de forma más específica para el desarrollo del apartado de la discusión. En las figuras 15 y 16 se muestran los diagramas de flujo de cada base de datos:

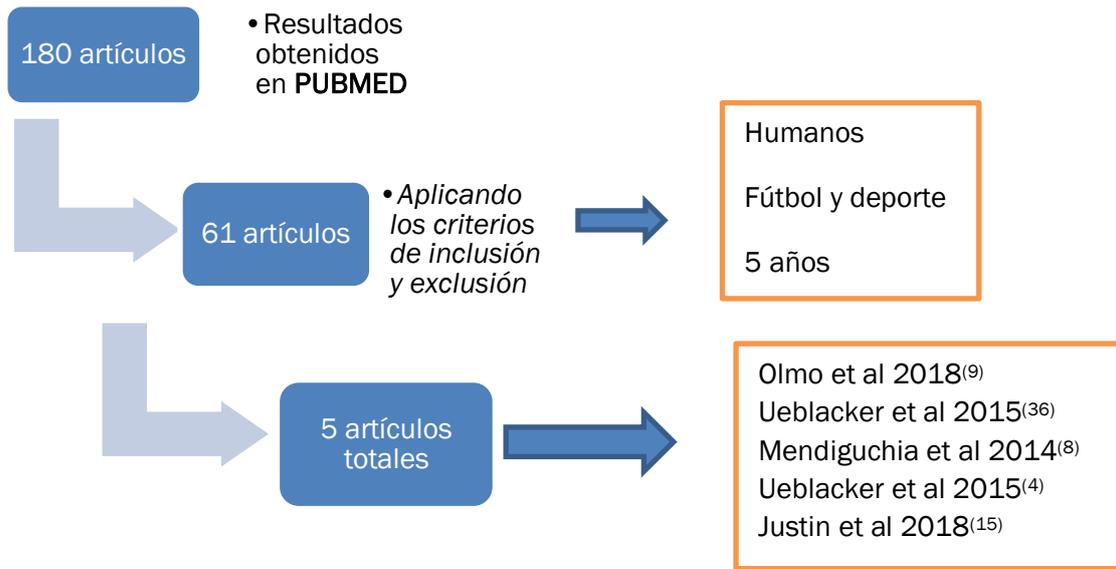


Figura 15. Diagrama de flujo de PUBMED

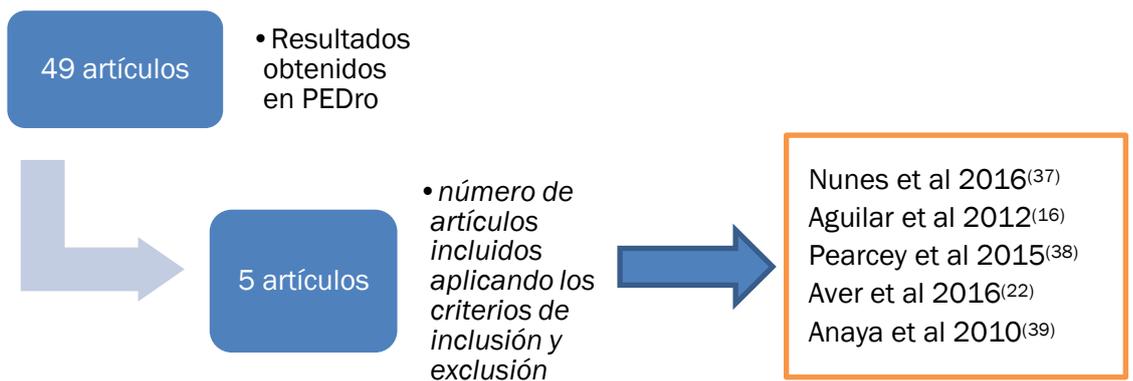


Figura 16. Diagrama de flujo de PEDro

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la introducción se han visto diferentes técnicas de tratamiento tanto fisioterápicas como farmacológicas para las roturas musculares del RA, además de actividades preventivas para el futbolista. Ahora se discutirán algunas de ellas mostrando su evidencia científica en ensayos clínicos y revisiones sistemáticas de las diferentes bases de datos utilizadas.

5.1 Tratamiento fisioterápico

5.1.1 Crioterapia

Balius⁽²⁾ corrobora en su libro lo propuesto en las guías clínicas: que durante la fase aguda (en los tres primeros días de la lesión), se utilice el método RICE, para reducir el edema y el hematoma, con un reposo relativo. Según Sarver et al.⁽²⁸⁾ el concepto de crioterapia se extiende a reducir la inflamación, disminuir la demanda metabólica, y promover la respuesta regenerativa del tejido, disminuyendo entre 3-8°C la temperatura intermuscular si se aplica 15-30 minutos. Este autor resalta la falta de pruebas biológicas y epidemiológicas que respalden el uso generalizado de crioterapia local, ya que, según su estudio, la crioterapia muestra muy pocos cambios en el metaboloma y ningún cambio en el transcriptoma. La limitación de este estudio se encuentra en que solamente se aplicó una vez el enfriamiento tópico local en la zona lateral del muslo. Ueblacker et al.⁽⁶⁾ discuten sobre el enfriamiento, y relatan que puede utilizarse, incluso ante la incertidumbre del diagnóstico, ya que sus efectos secundarios son escasos. Por lo tanto están a favor del uso de hielo, y además del vendaje compresivo durante 20-60 minutos al día.

5.1.2 Inmovilización y movilización temprana

Ueblacker et al.⁽⁶⁾ ven conveniente la inmovilización solo en los casos más severos (evitando una mayor retracción de los fascículos musculares dañados y evitar la formación de un espacio intramuscular más grande, reduciendo el hematoma y la cicatriz), mientras que la movilización temprana ha de mostrarse como un objetivo que favorece la mayor rapidez del crecimiento capilar en el área lesionada, una mejor regeneración de fibras musculares y una orientación más paralela en las miofibras regeneradas. Además, se ha demostrado que la fuerza biomecánica del músculo lesionado vuelve a la normalidad con más rapidez mediante la movilización activa que con la inmovilización.

5.1.3 Láser

Aver et al.⁽²²⁾, en su ensayo clínico, mostraron que la utilización de laser de bajo nivel de infrarrojo (810 nm), aplicándolo antes del protocolo de ejercicios excéntricos en seis zonas del cuádriceps, con una dosis de 50 julios, disminuye la citoquina y la interleuquina (IL) 6, mejorando los marcadores bioquímicos relacionados con el daño y con la inflamación. Zagatto et al.⁽²⁹⁾, utilizando laser de bajo nivel de infrarrojo (810 nm), observaron que se

producía un efecto moderado en los marcadores de daño muscular e inflamatorio principalmente la IL-10 y TNF-alfa. La limitación de este estudio es que se trata de jugadores de waterpolo y no se trata el RA sino los aductores. Por otro lado, muchos estudios de láser se encuentran en animales y por lo tanto se tendría que investigar más sobre esta técnica en humanos.

5.1.4 Neurodinamia

Castellote-Caballero et al.⁽³⁰⁾, en un estudio comparativo entre la neurodinamia y el estiramiento estático, comprueban que la movilidad neural provoca una mejoría inmediata y mayor que el estiramiento estático. Las limitaciones de este estudio son que se realiza en sujetos sanos, que el efecto producido es a corto plazo, y se aplica la técnica en el nervio ciático. Por lo tanto tendría que haber más estudios que investiguen los posibles beneficios a medio y a largo plazo en sujetos sanos y patológicos y movilizándolo el nervio femoral para favorecer la recuperación de la lesión muscular en el RA.

5.1.5 Vendaje neuromuscular

Hay mucha controversia y falta de evidencia científica con la utilización del kinesiotape. Según Hug et al.⁽³¹⁾ esta técnica reduce el estrés de la región muscular subyacente en el RA, reduce el dolor, ayuda a restablecer la función y facilita la recuperación. Estos efectos se comprobaron mediante elastografía aplicándose en estiramiento en forma de diamante en el RA (abarcando elementos longitudinales y transversales), mientras que en el acortamiento no hubo efectos beneficiosos. Las limitaciones de este estudio es que no se realiza sobre tejidos dañados y por lo tanto no se puede confirmar que la técnica sea efectiva clínicamente. Por lo tanto se necesitan más investigaciones para verificar este resultado en tejidos lesionados.

Choi y Lee⁽³²⁾, en un estudio realizado en deportistas, comprobaron el aumento del par de fuerzas del RA, del vasto lateral y del vasto medial del cuádriceps, mediante kinesiotape, resultando beneficiosa la colocación de las tiras tanto de inserción a origen como a la inversa. Los autores argumentan que la cinta elástica estimuló los husos musculares y facilitó la contracción muscular a través de mecanorreceptores de estiramiento. Las limitaciones del estudio son que los efectos se observaron a corto plazo y que se estudió también en sujetos sanos. Por su parte, Dos Santos et al.⁽³³⁾ mostraron en su estudio, que no hay diferencias entre utilizar kinesiotape, para mejorar la actividad del RA, en el grupo control ni en el grupo experimental, demostrando que no facilita la activación muscular del RA, mediante electromiografía, ya que la medición se realiza a los 30 minutos de retirar el kinesiotape y a las 24 horas. La limitación es que la investigación se desarrolló en sujetos sanos y en la pierna dominante.

5.1.6 Electroestimulación

Una revisión sistemática de Harkey et al.⁽³⁴⁾, revela que la electroestimulación (activación de neuronas motoras alfa, produciéndose una contracción involuntaria) tiene un efecto más fuerte que la terapia manual (manipulación lumbopélvica) sobre la activación voluntaria del RA. Además que puede ser usado mientras el paciente realiza ejercicios y las AVDs. En este estudio se diferencian distintas programaciones de activación muscular que van desde el 35 % de la contracción isométrica voluntaria máxima hasta el 60 %. Las limitaciones del estudio son: que se necesitaría ver el efecto a largo plazo de la electroestimulación y mayores estudios con evidencia científica al respecto.

5.2 Intervención quirúrgica vs tratamiento conservador de la avulsión proximal del RA

Olmo et al.⁽⁹⁾ describen el éxito de un tratamiento conservador de una avulsión subtotal proximal del RA, utilizando diferentes técnicas tanto manuales como físicas, evitando así la intervención quirúrgica. El paciente volvió a la actividad en el día 115 después de la lesión.

Por su parte, Sonnery-Cottet et al.⁽³⁵⁾ consiguen, con la intervención quirúrgica del tendón proximal del RA, una vuelta al terreno de juego en un tiempo de $15,8 \pm 2,6$ semanas, después de la cirugía, sin aparecer recidivas en ninguno de los cinco casos presentados. Por lo tanto el tiempo estimado mediante el tratamiento conservador y el tratamiento quirúrgico es prácticamente el mismo.

Ueblacker et al.⁽³⁶⁾ respaldan la intervención quirúrgica, con cuatro casos de avulsión del tendón proximal del RA, debido al chut del balón con la pierna dominante, que alcanzaron la recuperación completa y la vuelta a la actividad en alrededor de 16 semanas. En una revisión posterior, Ueblacker et al.⁽⁶⁾ proponen que la intervención quirúrgica se tendría que llevar a cabo en desgarros musculo-tendinosos severos con pérdida funcional, después de un tratamiento conservador fallido, o en caso de síndrome compartimental, osificación heterotópica y miositis osificante.

Como se puede observar, el tiempo estimado de recuperación mediante el tratamiento conservador y el tratamiento quirúrgico es prácticamente el mismo. Habría que ver la rentabilidad de un tratamiento u otro.

5.3 Tratamiento preventivo

5.3.1 Tratamiento del CORE

Mendiguchia et al.⁽⁸⁾ en su estudio relatan la importancia del CORE para la mejora del equilibrio, el control de la fuerza, la postura del tronco, la estabilidad de la cadera, durante movimientos estáticos y dinámicos, para disminuir el riesgo de lesión muscular del

miembro inferior. Por otro lado, aumentar las fuerzas de frenado, con ejercicios de saltos, lastres, desaceleración con chalecos y prolongando el tiempo de frenado al aterrizar previene las lesiones musculares del RA en el fútbol. Además, los ejercicios excéntricos para potenciar este músculo aumentan la masa muscular, la fuerza y la potencia, reduciendo así el riesgo de lesión sobre todo en la pretemporada. De otra forma, el uso de este tipo de contracción muscular, con una intensidad alta y de duración prolongada durante fases importantes de la competición, podría ocasionar efectos secundarios de dolor muscular transitorio y posibilidad de déficit de fuerza.

Otros autores como Seco⁽²¹⁾, Balius⁽²⁾, y el servicio médico del fútbol club Barcelona⁽⁴⁾, introducen los ejercicios lumbopélvicos, para mejorar la patología mediante su estabilización y movilización, desde la fase regenerativa. El objeto es estirar la musculatura tónica y tonificarla en el trabajo excéntrico, mientras que los músculos fásicos se tonificarán concéntricamente o isométricamente. Por lo tanto, se reactiva la musculatura profunda, para no realizar compensaciones con la más superficial.

5.3.2 Masoterapia como técnica preventiva

Nunes et al.⁽³⁷⁾ utilizan el masaje como técnica de recuperación y prevención, la cual mitiga el daño estructural en triatletas. La limitación de este estudio se encuentra en que solo hay efectos positivos en el vasto lateral y vasto medial del cuádriceps y por lo tanto se tendría que ampliar la evidencia para aplicar esta técnica en el RA.

Pearcey et al.⁽³⁸⁾ realizan un estudio en el que mediante la utilización de *foam roller* pretenden disminuir la fatiga muscular y las posibles complicaciones, pero aún se necesita más evidencia al respecto.

Anaya et al.⁽³⁹⁾ muestran los efectos del masaje con hielo en el cuádriceps de atletas después del ejercicio (Figura 17). La investigación se desarrolla en dos grupos, un grupo placebo con US apagado, y el grupo de masaje realizado directamente con una botella congelada sobre el cuádriceps dominante; ambos grupos reciben el tratamiento 15 minutos, en 2 sesiones con 1 semana de intervalo entre sesión. El grupo de masaje incrementó los umbrales de presión dolorosa, sobre todo en el vasto lateral y medial, y la recuperación del rendimiento, ya que el masaje produjo hipoalgesia y mejoras en la electromiografía. Aunque por la fecha del estudio se sale de los criterios de inclusión Anaya et al.⁽³⁹⁾ desarrollaron un estudio de interés sobre los efectos del masaje con hielo en la musculatura del cuádriceps.

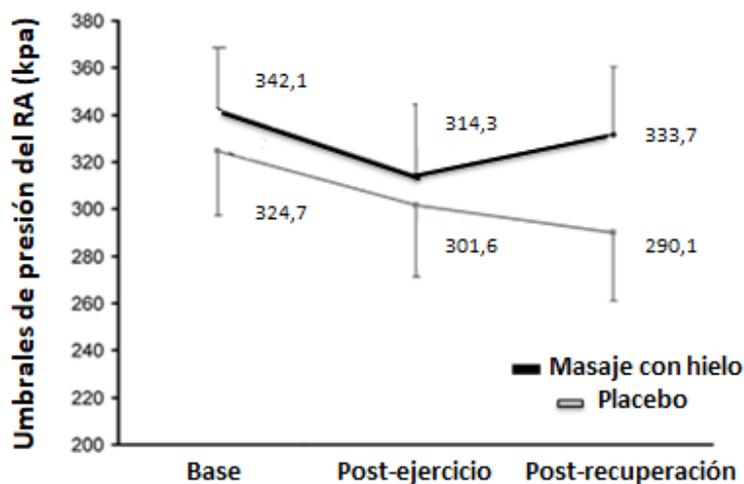


Figura 17. Comparación de los umbrales de presión dolorosa en el RA⁽³⁹⁾

5.3.3 Ejercicios como programa preventivo

Vivas et al.⁽²⁴⁾ muestran un programa de ejercicios preventivos tras el calentamiento que ayudan a reducir significativamente las lesiones musculares de la región del muslo en el fútbol:

- plancha tanto en decúbito lateral como en supino, con 2 repeticiones de 30 segundos y 10 segundos de descanso entre ellas;
- extensión de cadera mediante el “puente”, 2 repeticiones de 20 segundos y 10 segundos de descanso;
- sentadilla isométrica de 90° apoyado en la pared o con ayuda del compañero, 2 repeticiones de 30 segundos y 10 segundos de descanso;
- isquiotibiales nórdicos, dos series de 8 repeticiones con 30 segundos de descanso, abducción y aducción de pierna 1 serie de 10 repeticiones;
- propiocepción estática y dinámica con apoyo monopodal, 1 repetición de 20 segundos.

Este estudio desvela que el porcentaje de lesionados que no realizaron los ejercicios preventivos fue del 82,9 %, de ellos el 35,7 % de las lesiones interesaban al muslo. Solo el 17,1 % del total de las lesiones procedían del grupo que realizó los ejercicios.

5.3.4 Estiramiento dinámico vs estiramiento estático como programa preventivo

Amiri-Khorasani y Eleftherios⁽⁴⁰⁾, en su estudio comparativo entre el estiramiento estático y el estiramiento dinámico, verifican estudios anteriores, y defienden los beneficios de este último (Figura 18). Utilizado de manera preventiva aumenta la velocidad angular de rodilla y de tobillo, aumenta la actividad muscular del RA (destacadamente), del vasto lateral y medial, además de aumentar la velocidad del pateo durante el retroceso. Todo ello mejora el rendimiento en este gesto deportivo. En contra, no defienden el estiramiento estático, ya que según los autores tiene un efecto negativo.

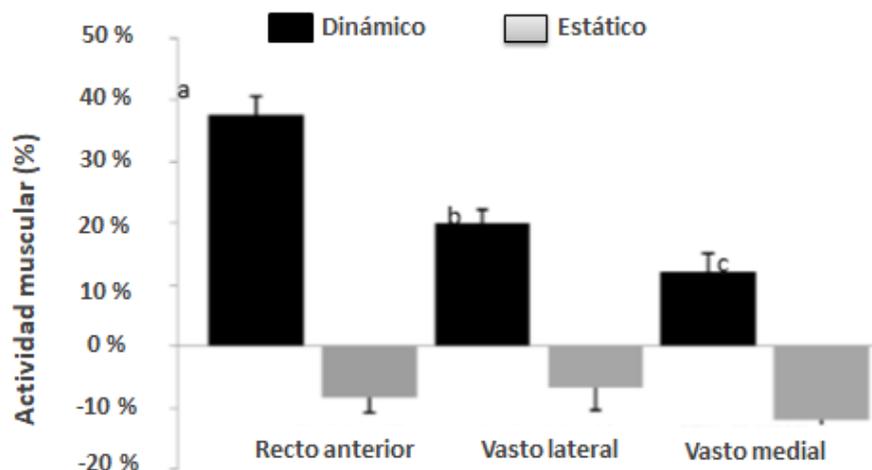


Figura 18. Actividad muscular del cuádriceps durante el golpeo después del estiramiento estático y dinámico⁽⁴⁰⁾

Aguilar et al.⁽¹⁶⁾ muestran un modelo dinámico de calentamiento antes de la actividad física, que incluye: estiramientos dinámicos, pliometría, agilidad y aceleración, mejorando la flexibilidad de isquiotibiales y aumentando la fuerza del cuádriceps. Este modelo, aumenta la temperatura central y muscular, mejora la función del sistema nervioso, y el uso de movimientos similares a la práctica deportiva. Además existen beneficios en el tiempo de ejecución del ejercicio, la actividad electromiográfica, la potencia de la extremidad inferior, y el salto vertical. Por otro lado, el estudio del estiramiento estático, según los autores, no reduce la tasa de lesiones musculares, y perjudica en gran medida: la fuerza, la potencia, el equilibrio, la reacción, el tiempo de movimiento, la altura del salto vertical y el rendimiento del sprint. Solo un estiramiento estático a largo plazo y sin actividad posterior, mejoraría la salud del individuo. Aunque por la fecha se sale de los criterios de inclusión, Aguilar et al.⁽¹⁶⁾ desarrollaron un estudio de interés en el ámbito de la prevención muscular.

5.3.5 Elastografía como herramienta de prevención

Bruschetta et al.⁽⁵⁾ muestran que la elastografía puede ser una herramienta de prevención de lesiones, ya que evalúa dinámicamente la reducción de la elasticidad en la región muscular dolorosa, mostrando un mapa colorimétrico heterogéneo. Se realizó el estudio en 22 sujetos, 12 de ellos, con contracturas en el RA y, por tanto, con un estrés muscular más allá de su tolerancia fisiológica, que mediante ecografía no se podía valorar. Por lo tanto está técnica, comprueba la falta de elasticidad y por ende el incremento involuntario del tono. Si no se llevan a cabo medidas preventivas, lesiones musculares menores pueden conducir a una lesión más importante y con mayor tiempo de recuperación.

5.4 Tratamiento farmacológico

Balius⁽²⁾ narra que no hay estudios de control que valoren la relación beneficio y riesgo del uso de los antiinflamatorios no esteroideos (AINE). Actualmente se aconseja no usar AINE las primeras 48 horas tras una lesión. Por otro lado la utilización de analgesia en las primeras fases de las lesiones musculares puede ocultar el dolor dificultando el diagnóstico y agravando la lesión. En este sentido, Spottorno y Bosh⁽³⁾ están de acuerdo con el anterior autor, en que los fármacos pueden administrarse en las primeras 24 horas para que, posteriormente, se puedan desarrollar las diferentes etapas de la evolución de las lesiones musculares de una forma natural, sin medicamentos. Es decir, el uso indiscriminado de fármacos y posterior a las 24 horas puede tener un efecto enmascarador del dolor y los AINE como analgésicos pueden dificultar el diagnóstico facilitando una posible recaída.

Ueblacker et al.⁽⁶⁾ en su revisión muestran que los AINE no se recomiendan para el tratamiento muscular, ya que suprime la percepción de dolor, al inhibir la síntesis de prostaglandinas, por otro lado, están a favor de la administración de indometacina cuando se hallen signos de calcificación en caso de miositis osificante. Además han demostrado que el zinc promueve la activación y proliferación de células progenitoras miógenas, y que se tiene que prestar atención a los niveles de vitamina D, ya que niveles bajos se asocian a la disminución de fuerza y potencia muscular.

En este artículo concreta que el PRP es útil en lesiones musculares más graves y avulsiones tendinosas y que en lesiones menores su uso es perjudicial, al contener citoquinas y factores de crecimiento como el TGF-B, que puede causar fibrosis e inhibir la cicatriz muscular óptima.

Por último, los corticoides locales, informan que retrasan la curación al suprimir las respuestas fisiológicas, además de poder disminuir la fuerza biomecánica del musculo lesionado y poder aumentar el riesgo de infección del tejido blando.

6. CONCLUSIONES

En base a la bibliografía consultada y a la discusión de los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

- La movilización activa de la extremidad vuelve a la normalidad al músculo lesionado con mayor rapidez, que mantenerlo inmovilizado.
- La terapia con láser mejora marcadores bioquímicos relacionados con el daño y con la inflamación muscular, especialmente los niveles de IL6, IL10 y TNF.
- La utilidad del vendaje neuromuscular (kinesiotape) a día de hoy es muy controvertida, no existiendo consenso sobre sus beneficios.
- La neurodinamia y la electroestimulación necesitan de más investigación en humanos que corroboren los beneficios observados en estudios puntuales.
- La elección de tratamiento conservador o quirúrgico depende de la gravedad de la lesión y del balance coste/beneficio, ya que el tiempo de recuperación es similar.
- La incorporación de ejercicios preventivos, potenciando la flexibilidad, la fuerza, y la estabilidad del futbolista, reducen el número de lesiones y de recidivas.
- Tanto los ejercicios de CORE como los estiramientos dinámicos son beneficiosos para la prevención de lesiones del RA, sin embargo los estiramientos estáticos no reducen las tasas de lesiones musculares a corto plazo.
- El masaje clásico, el masaje con hielo o el *“foam roller”*, así como la técnica de elastografía necesitan mayor investigación para demostrar su utilidad como herramienta de prevención y de recuperación muscular.
- El uso de fármacos, sobre todo de AINEs, no benefician al paciente, ya que inhiben el dolor y por lo tanto interfieren en el tratamiento fisioterápico.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Servicios médicos del fútbol club Barcelona. Guía de práctica clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. Apunts medicina de l'esport. 2009;164:179-203.
2. Balius R. Lesiones musculares en el deporte. Editorial panamericana;2018.
3. Spottorno MP, Bosch A. Rehabilitación de lesiones músculotendinosas en el medio deportivo. Medicina Deportiva de la Comunidad de Madrid; 2017.
4. Ueblacker P, Hans-Wilhelm MW, 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). British journal of sports medicine. 2015;49:1561-1565.
5. Bruschetta D, Milardi D, Trimarchi F, Di Mauro D, Valentin A, Arrigo A et al. Muscle contracture diagnosis: the role of sonoelastography. The journal of sports medicine and physical fitness. 2016;56:1518-1525.
6. Ueblacker P, Haensel L, Mueller H. Treatment of muscle injuries in football. Journal of sports science. 2016;34:2329–2337.
7. Panasiuk A. Estudio retrospectivo sobre la prevalencia de las principales lesiones de los futbolistas profesionales en el Uruguay. Revista de asociación de kinesiología del deporte. 2007:8-10.
8. Mendiguchia J, Alentorn E, Idiarte F, Myer G. Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. British journal of sports medicine. 2014;47:359-366.
9. Olmo J, Aramberri M, Almaraz C, Nayler J, Requena B. Successful conservative treatment for a subtotal proximal avulsion of the rectus femoris in an elite soccer player. Physical Therapy in Sport. 2018;33:62-69.
10. Llusa M, Merí A, Ruano D. Manual y atlas fotográfico de anatomía del aparato locomotor. Editorial panamericana; 2004.
11. Gilroy A, MacPherson B, Ross L, Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Atlas de anatomía: prometheus. Editorial panamericana; 2013.
12. Sobotta J. Atlas of Human Anatomy. Editorial Elsevier; 2006.
13. Mariluis C, Cupito J, Mamone F. Desgarros del músculo recto femoral. Actualización en RM. Revista Argentina de Radiología. 2015;79:182-191.
14. Kumazaki T, Sakai T. High risk of muscle strain in the rectus femoris muscle: anatomical and physiological analysis. Juntendo Medical Journal. 2016;62:392-398.
15. Justin L, Kam-Ming M, Hardaway C, Patrick Y, Kai-Ming C. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain

injury in football: A prospective study of 146 professional players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21:789-793.

16. Aguilar J, DiStefano J, Brown N, Herman C, Guskiewicz M, Padua A et al. A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012;26:1130-1141.

17. Gómez-Piqueras P. Rotura de fibras del recto anterior: el mal del futbolista. Recuperación funcional precoz 2006 [Available from: <https://www.efisioterapia.net/articulos/rotura-fibras-del-recto-anterior-el-mal-del-futbolista-recuperacion-funcional-precoz>].

18. Izquierdo M. Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física en el deporte. Editorial panamericana; 2008.

19. Córdova A. Fisiología dinámica. Editorial Elsevier-Masson; 2014.

20. Balius R, Maestro A, Pedret C, Estruch A, Mota J, Rodríguez L et al. Central aponeurosis tears of the rectus femoris: practical sonographic prognosis. *British journal of sports medicine*. 2009;43:818-824.

21. Seco J. Métodos específicos en intervención en fisioterapia. Editorial panamericana; 2015.

22. Aver A, De Marchi T, Tomazoni S, Tairova O, Leao H, De Tarso P et al. Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810 nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, What is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Photomedicine and laser surgery*. 2016;34:473-482.

23. Valle X, Alentorn E. Muscle Injuries in Sports: A new evidence-informed and expert consensus-based classification with clinical application. *Sports Medicine*. 2016;47:1241-1253.

24. Vivas JC, Martín-Martínez JP, Chavarrias M, Pérez J. Los ejercicios preventivos tras el calentamiento ayudan a reducir lesiones en fútbol. 2016;47:1241-1253.

25. Neuman D. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2010;40:82-94.

26. Mendiguchia J, Ford K, Quatman E, Alentorn-Geli E, Hewett T. Sex differences in proximal control of the knee joint. *Sports medicine biodynamics center and human performance laboratory*. 2011;7:541-57.

27. Fleck S, Kraemer W. Designing resistance training programs; 2004.

28. Sarver D, Sugg K, Disser N, Enselman E, Awan T, Mendias C. Local cryotherapy minimally impacts the metabolome and transcriptome of human skeletal muscle. *Scientific Reports*. 2017;7:541-557.

29. Zagatto A, De Paula S, Nakamura F, De Lira F, Lopes-Martins R, De Paiva R. Effects of low-level laser therapy on performance, inflammatory markers, and muscle damage in

young water polo athletes: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Lasers in Medical Science*. 2016;31:511-521.

30. Castellote-Caballero Y, Valenza M, Puenteadura E, Fernández C, Albuquerque F. Immediate effects of neurodynamic sliding versus muscle stretching on hamstring flexibility in subjects with short hamstring syndrome. *Journal of Sports Medicine*. 2014;2014:127471.

31. Hug F, Ouellette A, Vicenzino B, Hodges P, Tucker K. Deloading tape reduces muscle stress at rest and during contraction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2014;46:2317-2325.

32. Choi I, Lee J. Effect of kinesiology tape application direction on quadriceps strength. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97.

33. Dos Santos G, Politti F, Leal E, Lucarelli P, Herpich C, Antonialli F et al. Kinesio taping does not alter muscle torque, muscle activity or jumping performance in professional soccer players: A randomized, placebo-controlled, blind, clinical trial. 2017;30:869-877.

34. Harkey M, Gribble P, Pietrosimone B. Disinhibitory interventions and voluntary quadriceps activation: a systematic review. *Journal of athletic training*. 2014;49:411-421.

35. Sonnery-Cottet B, Camelo N, Tuteja S, Gardon R, Dagget M, Monnot D et al. Surgical management of rectus femoris avulsion among professional soccer players. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2017;5.

36. Ueblacker P, Muller H, Hinterwimmer S, Imhoff A, Feucht M. Suture anchor repair of proximal rectus femoris avulsions in elite football players. *Knee surgery sports traumatology athroscopy*. 2015;23:2590-2594.

37. Nunes G, Bender P, De Menezes F, Yamashitafuji I, Vargas V, Wageck B. Massage therapy decreases pain and perceived fatigue after long-distance Ironman triathlon: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*. 2016;62:83-87.

38. Pearcey G, Bradbury D, Kawamoto J, Drinkwater E, Behm D, Button D. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*. 2015;50:5-13.

39. Anaya L, Arroyo M, Fernández C, Díaz L, Cleland J. Effects of ice massage on pressure pain thresholds and electromyography activity postexercise: A randomized controlled crossover study. 2010;33:212-219.

40. Amiri-Khorasani M, Eleftheiros K. Static vs. Dynamic Acute Stretching Effect on Quadriceps Muscle Activity during Soccer Instep Kicking. *Journal of Human Kinetics*. 2013;38:37-47.

8. ANEXOS

ANEXO I: Cuadro resumen del proceso terapéutico⁽²⁾

Fase	Objetivos	Intervenciones
Fase aguda	<p>⬇ el dolor y el hematoma y prevenir el ⬆ de daño tisular</p> <p>Mantener la capacidad contráctil del músculo, evitar la pérdida de forma y la agravación de la lesión.</p>	Intervención inmediata correcta: RICE y normalizar AVDs con soportes necesarios.
Fase de regeneración	Favorecer la regeneración y evitar la atrofia muscular.	Iniciar la fisioterapia activa.
Fase de fibrogénesis	Favorecer la reorganización correcta del tejido cicatricial y la capacidad funcional del músculo regenerado.	Continuar la fisioterapia activa.
Fase final	Garantizar la elasticidad, la fuerza, la resistencia y la respuesta neuromuscular a los requerimientos propios de la especialidad deportiva, con garantías de no recidiva.	Readaptación al entrenamiento y vuelta a la competición.

ANEXO II: Tabla de búsqueda de las diferentes bases de datos

PEDro → ESTUDIOS ENCONTRADOS: 22

ESTUDIOS INCLUIDOS: 3

Abstract y título: cuádriceps.

Terapia: estiramiento, movilización, manipulación, masaje.

Zona del cuerpo: muslo o cadera.

Subdisciplina: deporte.

TÍTULO	Escala PEDro	Escala JADAD
<i>"Massage therapy decrease pain and perceived fatigue after long-distance.Ironman triathlon a randomised trial"</i> (37).	8/10	4/5
<i>"A dinamic warm-up increase quadriceps strength and hamstring flexibility"</i> (16).	5/10	3/5
<i>"Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dinamic performance measures"</i> (38).	4/10	2/5

También en Pedro, variando la terapia: electroterapia, frío y calor, encontramos 27 artículos, y se incluyen 2.

<i>“Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, what is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial”(22).</i>	10/10	4/5
<i>“Effects of ice massage on pressure pain thresholds and electromyography activity postexercise: a randomized controlled crossover study”(39).</i>	6/10	2/5

PUBMED (MEDLINE) → ESTUDIOS ENCONTRADOS:

Mediante diferentes estrategias de búsqueda:

-(*Quadriceps*) AND (*Football*) AND (*injuries*)

Sin filtros: 102 artículos.

Restricción a 5 años: 41 artículos

Restricción a humanos: 32 artículos y se seleccionan 5.

-Al introducir (*quadriceps*) AND (*football*) AND (*injures*) AND (*treatment*) NOT (*surgery*): añadiendo los filtros de humanos y 5 años, se muestran 6 artículos, y se seleccionan 2 válidos, pero se repitieron con la anterior búsqueda.

-(*Soccer*) AND (*physiotherapy*) AND (*quadriceps*)→24 resultados con los filtros anteriores, de los cuales solo 1 artículo es válido y además está repetido de la búsqueda en PEDro: *“Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810 nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, what is the optimal dose?”*

TÍTULO
<i>“Successful conservative treatment for a subtotal proximal avulsión of rectus femoris in an elite soccer player”(9).</i>
<i>“Suture anchor repair of proximal rectus femoris avulsión in elite football player”(36).</i>
<i>“Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk, factors and preventive strategies”(8).</i>
<i>“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 (2001-2013)”(4).</i>
<i>“Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players”(15).</i>

ANEXO III: Escala PEDro para ensayos clínicos

Fuente: https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_spanish.pdf

Escala PEDro-Español		
1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible “ponderar” los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa (“generalizabilidad” o “aplicabilidad” del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la “validez” de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la “calidad” de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

- Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
- Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.

- Criterio 5-7** *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran “cegados” si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8** Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9** El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10** Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor “p”, que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11** Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

ANEXO IV: Escala Jadad para ensayos clínicos

Fuente: <http://www.redcaspe.org/herramientas/calculadoras>

ESCALA DE JADAD PARA LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE UN ENSAYO CLÍNICO		
1. ¿Aleatorizado?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1
2. ¿Doble ciego?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1
3. ¿Descripción de retiradas y pérdidas?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1
4. ¿Aleatorización apropiada?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1
5. ¿Enmascaramiento apropiado?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1
		5 Puntos