2.1 Las lesiones musculares en el deporte

Dr. Ricard Pruna

Introducción

Las lesiones musculares, sobre todo las localizadas en el muslo, ocurren con frecuencia como resultado de contusiones y acciones con repetidos *sprints* y aceleraciones/desaceleraciones máximas. Debido a que el deporte combina los sprints máximos con el contacto frecuente de jugador a jugador, no es de extrañar que hasta el 30 % de todas las lesiones estén localizadas en los muslos. De hecho, los resultados de las competiciones de élite en Europa muestran que las lesiones de los músculos isquiotibiales son el tipo de lesión más común en el deporte masculino, representando entre el 13 % y el 17 % de todas las lesiones. Otros estudios han demostrado que las lesiones por contusión muscular en el muslo representan hasta el 16 % de todas las lesiones en equipos de élite. Un claro ejemplo sería: en promedio, un equipo masculino de fútbol de élite con un equipo de 25 jugadores puede esperar alrededor de 18 lesiones musculares por temporada. De estos, siete afectarán los isquiotibiales y tres al cuádriceps (Hagglund M, Walden M, Ekstrand J., 2013).

Según observaciones (FC Barcelona, datos no publicados) en jugadores jóvenes, la lesión muscular más común fue la rotura del recto femoral, mientras que en los jugadores profesionales de fútbol fue la que afecta a los isquiotibiales. Debido a la magnitud del problema, la necesidad de una mejor comprensión de las lesiones musculares y su prevención se ha convertido en un desafío emergente en el mundo del deporte. El conocimiento de la lesión muscular en profundidad y el de todas sus implicaciones marcará el éxito del proceso global de gestión de la toma de decisiones.

Mecanismo de lesión

Las lesiones de isquiotibiales ocurren con mayor frecuencia durante los sprints máximos. Se cree que las lesiones en el bíceps femoral son mayores en la última fase de balanceo justo antes del golpe del talón, pero se ha sugerido que el golpe de talón (fase de apoyo) también es una posición de alto riesgo. Este mecanismo de lesión se ha denominado mecanismo de *high speed running*. Se ha descrito un segundo tipo de lesión conocida como lesión por "estiramiento". Esto ocurre durante los movimientos que conducen a un alargamiento extenso de los

isquiotibiales, como patadas altas y acciones deslizantes, y el músculo afectado en este tipo de acciones es el semimembranoso. La distinción es importante, ya que la lesión por estiramiento puede tener una recuperación más prolongada, sobre todo por la relación de proximidad del nervio ciático (Askling CM, Malliaropoulos N, Karlsson J., 2012)

Las lesiones en el recto femoral han sido menos estudiadas, pero la mayoría de ellas resultan de golpear la pelota, aunque también se producen tras aceleraciones y desaceleraciones bruscas. En ambas situaciones, los atletas describirán una aparición repentina de dolor localizado y significativo. El cuádriceps también es un sitio común de contusiones o lesión por golpe directo.

Si bien la mayoría de las lesiones en el muslo se manejan de manera conservadora, uno de los objetivos de la historia y el examen es diferenciar entre los deportistas que presentan lesiones severas, que tendrán una influencia en la *performance* y que se van a beneficiar de un tratamiento quirúrgico. En este proceso el diagnóstico es clave y debe empezar por una buena anamnesis.

Una historia apropiada debe incorporar los siguientes elementos:

En cuanto a la historia general del atleta:
- ¿Ha sufrido el jugador lesiones similares antes? (Algunas lesiones musculares tienen una alta tasa de recurrencia).
- ¿Es él/ella susceptible a las lesiones?
- ¿El paciente está usando algún medicamento?

En cuanto al mecanismo de la lesión:
- ¿Cuál fue el mecanismo de lesión? (¿Un trauma directo? ¿Un sprint máximo? ¿Golpeando la pelota?).
- ¿Ocurrió durante el entrenamiento o la competencia?
- ¿Cuándo empezó? Fecha y relación con la sesión deportiva (comienzo, mitad o final de la sesión).
- ¿Cómo comenzó? (De repente, gradualmente, progresivamente).
- Cualquier sonido audible o chasquido con el inicio del dolor debe ser valorado.

En cuanto al progreso inicial:
- ¿Pudo continuar el jugador o se vio obligado a detenerse?
- ¿Cómo fue tratado el paciente después de la lesión inmediata?
- ¿Cómo ha progresado el dolor con el tiempo?

Factores de riesgo

Se han propuesto varios factores de riesgo para la lesión muscular. El factor de riesgo más convincente es la existencia de lesiones previas. En el fútbol, en particular, los jugadores con una lesión previa en los isquiotibiales tienen un riesgo 7 veces mayor de sufrir lesiones que los jugadores sin historial de lesiones (Arnason A., et al 2004). En promedio, las lesiones repetidas también resultan en una disponibilidad menor que alcanza hasta el 30 % más (Ekstrand J, Hagglund M, Walden M., 2011a).

La edad también es un factor de riesgo importante para la lesión. Los jugadores menores de 22 años tuvieron una incidencia significativamente menor que los jugadores que oscilan entre los 22-30 años y los mayores de 30 (Ekstrand J, Hagglund M, Walden M., 2011b). En los deportistas en crecimiento, deberíamos considerar las diferencias entre edad cronológica y biológica. Esta última es la más adecuada para programar y adecuar las cargas de entrenamiento para evitar lesiones, sobre todo, de sobrecarga, como las apofisitis, pero también las roturas musculares.

Se han identificado y publicado en la literatura factores de riesgo tales como la falta de fuerza, un desequilibrio entre los músculos isquiotibiales/cuádriceps, flexibilidad deficiente (Stojanovic MD, Ostojic SM., 2011) fatiga, períodos de entrenamiento intensos, aspectos mecánicos y antropométricos e incluso competir contra oponentes con mucho más nivel (Freckleton G, Pizzari T., 2013).

El estudio más detallado de todos los factores de riesgo junto con el auge de la tecnología nos ha llevado a un cambio de su paradigma. Hoy en día el conocimiento se orienta hacia la personalización e individualización del deportista lesionado y con ello se han identificado marcadores genéticos que pueden tener un papel en la lesión muscular. Algunas personas pueden ser más propensas a las lesiones e incluso más propensas a tener una recuperación prolongada. Los jugadores que presentan polimorfismos específicos, insulin-like growth factor 2 (IGF2) y C-C Motif Chemokine Ligand 2 (CCL2) (específicamente su forma alélica dominante (GG)), podrían ser más vulnerables a las lesiones graves (Pruna R, Artells R, Ribas J, 2013). Es posible que en el futuro las pruebas genéticas se puedan utilizar para identificar a las personas en riesgo de lesión y para enfocar programas de prevención específicos.

Exploración clínica

El examen clínico proporciona información diagnóstica y hace un pronóstico importante sobre la lesión. Es fundamental comparar los hallazgos del examen de la zona de la lesión con la zona no lesionada.

Las consideraciones importantes incluyen:

- Inspección en busca de equimosis o deformidades en el perfil del vientre muscular. Palpación para identificar la región específica o el músculo lesionado, así como la presencia o ausencia de un defecto palpable.
- Evaluación de la fuerza mediante la resistencia manual aplicada distalmente al sitio de la lesión.
- Es importante tener en cuenta que la provocación del dolor con esta evaluación es tan relevante como la alteración de la funcionalidad.
- Rango de movimiento.
- El dolor y la incomodidad o molestia durante las pruebas son consideraciones claves al evaluarlas.

Un ejemplo de cómo evaluar clínicamente a un deportista sería el siguiente:

Si un atleta tiene una contusión en el cuádriceps, más de 90º de flexión en la articulación de la rodilla indica una lesión menor con un período de rehabilitación más corto; la flexión entre 45-90º indica lesión moderada; y una flexión menor de 90º es una lesión grave con un largo período de curación.

Pruebas complementarias

Si bien el diagnóstico es claro en términos clínicos, los exámenes de ultrasonido y las imágenes por resonancia magnética (MRI) pueden ayudar a confirmar el diagnóstico. Las radiografías simples (rayos X) generalmente no son útiles, a menos que se sospeche una avulsión ósea o una fractura apofisaria en un individuo esqueléticamente inmaduro. La ecografía musculoesquelética es significativamente más económica que la MRI, pero depende mucho del operador. Si bien es un estudio más costoso, la MRI visualiza los músculos más profundos con mayor precisión y es más sensible (Harmon KG., 2010).

La ecografía se realizará inmediatamente después de la lesión dependiendo de la experiencia de los médicos del equipo, aunque hasta 48 horas después no será aconsejable realizarla si lo que se quiere es obtener un diagnóstico claro de la lesión. El realizar la ecografía inmediatamente después de la lesión no representa el momento más preciso para obtener una imagen detallada aunque creemos sinceramente que la resonancia magnética se puede realizar en cualquier momento, dado que nos aporta, debido a la mejoría actual de la tecnología, datos importantes para el diagnóstico.

Los hallazgos de MRI que se deben valorar incluyen:
- afectación del tejido conectivo;
- la localización anatómica de la lesión;

- la distancia entre el origen (tuberosidad isquiática en el caso del isquiotibial o la espina ilíaca anteroinferior/borde del acetábulo en el caso del recto femoral) y el extremo distal de la rotura del músculo;
- área de la sección transversal del músculo afectado (Rogan S, Wust D, Schwitter T, Schmidtbleicher D., 2013).

En general, una lesión más grande (o más larga) se asocia con una vuelta a la competición más prolongada, aunque el factor pronóstico clave es la afectación del tejido conectivo.

Tratamiento

Los objetivos del tratamiento y la rehabilitación son: primero, eliminar sangrados y hematomas restableciendo el rango de movimiento sin dolor; segundo, alcanzar un nivel de funcionalidad que permita la tercera fase, un programa de readaptación en el terreno de juego que reproduzca los movimientos y acciones propios del deporte.

A) Fase aguda

El objetivo principal en esta primera fase es restaurar el movimiento sin dolor. Esto se hace a través del descanso, vendaje de compresión si es necesario y fisioterapia. Los principales objetivos iniciales son iniciar trabajos sobre el rango óptimo de movimiento (ROM) y ejercicios isométricos. El masaje está contraindicado en este período. En caso de lesiones menores, la rehabilitación debe comenzar dos o tres días después de la lesión, ya que ello nos da la posibilidad de trabajar las habilidades cognitivas del deportista, hecho que repercutirá en el proceso final de adecuación del rendimiento.

También hay una variedad de otros tratamientos de uso común en las primeras etapas de la lesión. Estos incluyen:

- Medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE): los AINE en la fase aguda son discutibles debido a la asociación con la regeneración subóptima de miofibrillas y debido a que aumentan los depósitos de tejido cicatricial. Como regla general, la analgesia simple (paracetamol o acetaminofeno) es una mejor opción en la fase aguda.
- Inyecciones de corticosteroides: las inyecciones de corticosteroides están contraindicadas en la etapa aguda. Aunque pueden proporcionar algunas ventajas en el corto plazo al reducir el dolor, pueden hacer que el jugador sea más susceptible a una nueva lesión a largo plazo. Las inyecciones intramusculares de esteroides tampoco están permitidas en la lista de la agencia mundial antidopaje (WADA).

- Plasma rico en plaquetas (PRP): el uso de PRP para lesiones musculares en deportistas de élite parece ser cada vez más común. La teoría detrás de este tratamiento es que proporciona factores de crecimiento, que luego ayudan a la regeneración muscular. Sin embargo, todavía no hay datos convincentes que demuestren que esto mejore la recuperación de los tiempos de vuelta al deporte (Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jorgensen E, Holmich P., 2011; Mendiguchia J, Garrues MA, Cronin JB, 2013).

B) Fase subaguda

Los ejercicios en esta fase pueden ser útiles para eliminar los residuos de sangrado y evitar la formación de tejido cicatricial en el área lesionada. Se pueden indicar masajes y varios tipos de electroterapia. El programa debe incluir varios ejercicios de estiramiento, fuerza, estabilidad central o CORE, neuromusculares y funcionales ya en el terreno de competición lo antes que sea posible. La progresión es individual y controlada por el dolor y la función. En general, numerosas repeticiones y cargas bajas se enfatizan temprano en esta fase; luego, la carga aumenta gradualmente y el número de repeticiones disminuye. El uso de la bicicleta estática o ejercicios en una piscina son un método suave y eficaz para aumentar la movilidad. El entrenamiento ligero, con una longitud de zancada más corta, puede comenzar tan pronto como el dolor lo permita.

C) Fase funcional

El desarrollo de programas de fuerza, el aumento de ejercicios de estabilidad central y tareas específicas del deporte en el campo son la clave en esta tercera fase. Es muy importante la relación con el entrenador o recuperador deportivo porque es el paso previo a la inclusión con el resto del equipo.

Manejo quirúrgico de lesiones musculares

El tratamiento quirúrgico rara vez se considera en el tratamiento de las lesiones musculares, sin embargo, hay ciertas indicaciones muy específicas en las que la intervención quirúrgica podría ser beneficiosa para las lesiones musculares graves, incluso en ausencia de un protocolo de tratamiento basado en la evidencia.

Algunos cirujanos creen que los tratamientos quirúrgicos con protocolos de rehabilitación postoperatoria deben considerarse si un paciente se queja de dolor crónico (duración: 4-6 meses) en un músculo previamente lesionado, especialmente si el dolor se acompaña de un claro déficit de extensión. En estos casos crónicos, se debe sospechar la formación de tejido cicatricial y adherencias que limitan el movimiento y se puede considerar la liberación quirúrgica de

estas. Además, y en términos generales, todas las avulsiones significativas del tendón isquiotibial proximal deben tratarse con reinserción quirúrgica.

Criterios para el retorno a la competición

La vuelta a la competición (RTP [return to play]) se define como el proceso de toma de decisiones que se realiza de forma multidisciplinaria para devolver a un atleta lesionado o enfermo a la competición.

Para ayudar y corroborar esta toma de decisiones, cada vez más se utilizan herramientas de alta tecnología para poder monitorear las cargas aplicadas en cada momento del proceso de readaptación y proporcionar los principios básicos hasta que el atleta esté asintomático, y poder aplicar cargas progresivamente crecientes hasta la total resolución de la lesión.

Factores que deben tenerse en cuenta al tomar decisiones con respecto al RTP:

- Los isquiotibiales son un grupo heterogéneo de músculos y, por esta razón, es necesario crear subgrupos musculares lesionados que den lugar a diferentes tiempos de "descanso" y recuperación.
- Para garantizar un diagnóstico preciso, consideramos el diagnóstico clínico y, en segundo lugar, la información de MRI y la ecografía.
- El RTP puede individualizarse basándose no solo en el tipo y la ubicación de la lesión, sino también en la posición del jugador en el campo y las características anatómicas individuales.

Sugerimos los siguientes criterios para guiar el tiempo de retorno a la competición.

1) Con respecto al tipo y el lugar anatómico de la lesión, es obligatorio seguir el tiempo biológico de evolución.
2) Para volver al fútbol, no debe haber síntomas clínicos y es necesaria una prueba estática y dinámica de ultrasonido que demuestre una buena cicatrización del tejido.
3) La fuerza excéntrica explosiva debe demostrarse de una manera específica para el deporte y relevante para la lesión. Se sugiere, por ejemplo, que el Askling H-Test 18 es apropiado en caso de lesión por estiramiento (semimembranoso), mientras que el confort durante la práctica de high speed running sin síntomas es apropiado para una lesión tipo sprint, generalmente ubicada en el bíceps femoral.
4) Hay que trabajar ejercicios del CORE y propiocepción durante la recuperación hasta lograr habilidades objetivas relevantes. Por lo general, esto es al menos hasta el 70 % del tiempo que dura el programa de rehabilitación.

5) Comúnmente, se realiza una evaluación de GPS (sistema de posicionamiento global que objetiva valores tales como velocidad máxima de sprint, aceleraciones, desaceleraciones y step balance). Esto debe mostrar parámetros específicos del deporte adecuados al perfil previo de performance del deportista y debe acompañarse de la ausencia de síntomas. Por ejemplo, un atleta debe poder correr a más de 21 km/h sin síntomas, acelerar a 3-4 m/s y tener una tolerancia total al frenado/desaceleración.

Prevención

Existe un creciente nivel de evidencia que muestra que es posible reducir el riesgo de sufrir una lesión muscular en los isquiotibiales. Si bien hay menos datos relacionados con el riesgo de lesiones del recto femoral, es probable que se apliquen principios similares para evitar sus lesiones. Las estrategias que se han propuesto incluyen diferentes tipos de actividades de estiramiento, entrenamiento de fuerza excéntrica, estabilidad del CORE y combinaciones multi intervención de estos.

Stretching

Si bien la mayoría de los entrenadores y atletas en general creen que el estiramiento es efectivo, no está claro si previene lesiones (McHugh MP, Cosgrave CH., 2010; Rogan S, Wust D, Schwitter T, Schmidtbleicher D., 2013). No hay buenos estudios que hayan abordado esta cuestión en atletas de élite. Si bien es posible que el estiramiento tenga un papel en la prevención de lesiones, es probable que sea sustancialmente menos efectivo que el entrenamiento excéntrico.

Fuerza excéntrica

Varios estudios muestran que el entrenamiento excéntrico, por ejemplo mediante ejercicios como el Nordic Hamstring (NH; Fig. 1) reduce la incidencia de lesiones de los isquiotibiales en diferentes poblaciones de deportistas. La mejor evidencia para el efecto preventivo del fortalecimiento excéntrico es un ensayo aleatorizado controlado realizado en Dinamarca que compara el efecto del ejercicio NH con la tasa de lesiones de isquiotibiales en fase aguda en jugadores de fútbol masculino. Este estudio demostró que la tasa de lesiones fue un 71 % menor en el ejercicio de NH para jugadores con antecedentes de lesiones de isquiotibiales. El efecto fue aún mayor con una reducción del 86 % en las tasas de lesiones (Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jorgensen E, Holmich P., 2011).

Las intensidades y repeticiones se categorizan según la fase de recuperación de la lesión deportiva:

- Principiante: 1 serie (3-5 repeticiones).
- Intermedia: 1 serie (7-10 repeticiones).
- Avanzada: 1 serie (mínimo 12-15 repeticiones).

También se han propuesto tipos similares de protocolos excéntricos para prevenir las lesiones del cuádriceps (nórdico invertido) asociado a un aumento gradual en el volumen de entrenamiento de *chuts* en deportistas en períodos críticos para ayudar a reducir la tasa de lesiones. La intensidad óptima de los programas de entrenamiento excéntrico aún no está clara.

Figura 1. Ejercicio de Nordic Hamstring

Fuente: Recuperado de goo.gl/uT2AP4

CORE

Muchas de las lesiones de los músculos isquiotibiales se produjeron en la flexión del tronco durante la carrera, en la posición típica asumida durante sprint y la aceleración. El control motor de la columna lumbar y la pelvis es esencial en la preparación y ejecución de los diferentes movimientos deportivos. La inclusión de ejercicios de CORE en las sesiones de entrenamiento también puede disminuir el riesgo de lesiones del recto femoral del cuádriceps (Mendiguchia J, Garrues MA, Cronin JB, et al., 2013).

Multi intervención

Los programas de entrenamiento de prevención de lesiones con la ejecución de varios componentes (propiocepción, CORE, estiramientos y fuerza) han sido efectivos para reducir el número de lesiones musculares. Un ejemplo exitoso de una combinación de estrategias preventivas es el programa FIFA 11+. Se ha demostrado que completar el calentamiento de prevención de lesiones FIFA 11+ (Fig. 2) regularmente reduce el riesgo de sufrir lesiones en los músculos isquiotibiales y cuádriceps en hombres y mujeres en un 30-50 % (Soligard T, Myklebust G, Steffen K, et al., 2008).

Actualmente, estas estrategias se utilizan como base para el trabajo complementario al entrenamiento o incluso incorporadas dentro de este para reducir el número de lesiones. Además, estas estrategias aumentan el ROM, los niveles de fuerza muscular y la propiocepción, fundamentales todas ellas para la performance del deportista.

No obstante, cada vez más, con la individualización y personalización de los programas y actuaciones, se tiende a sustituir el concepto de prevención por el de adaptación. La tecnología nos ofrece para ello herramientas para monitorizar las cargas y poder obtener perfiles óptimos de cada deportista para orientar específicamente su adaptación al esfuerzo tratando de evitar lesiones.

Figura 2. Protocolo de entrada en calor FIFA 11+

Fuente: Recuperado de goo.gl/nr9wGK

Conclusiones

Las lesiones musculares del muslo ocurren con frecuencia en el deporte como resultado de contusiones y por repetidos sprints máximos y aceleraciones/desaceleraciones.

El examen del músculo lesionado debe considerar: inspección, palpación, evaluación de la fuerza y rango de movimiento. Si bien el diagnóstico es claro en términos clínicos, los exámenes por ecografía y la resonancia magnética pueden ayudar a confirmar el diagnóstico.

La mayoría de las lesiones musculares se pueden curar con métodos conservadores: primero, restablecer el rango de movimiento sin dolor (fase aguda); segundo, alcanzar un nivel de rendimiento (fase subaguda) que permite la tercera fase, un programa de rehabilitación funcional (fase funcional). Sin embargo, hay ciertas indicaciones muy específicas en las que la intervención quirúrgica podría ser beneficiosa para las lesiones musculares graves.

Se han propuesto estrategias preventivas en lesiones musculares para disminuir su incidencia. La prevención primaria más importante es la correcta planificación del entrenamiento de volumen e intensidad para alcanzar físicamente la competición. La prevención secundaria debe individualizarse para modificar los factores de riesgo en el deportista con una lesión previa. Los programas de entrenamiento de prevención de lesiones con múltiples componentes (con propiocepción y fuerza excéntrica) han sido efectivos para reducir el número de lesiones musculares. Un ejemplo exitoso de una combinación de estrategias preventivas es el programa FIFA 11+.

Referencias

Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. (2013) Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: The UEFA injury study. *Am J Sports*, 41(2):327-335.

Askling CM, Malliaropoulos N, Karlsson J. (2012) High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. *Br J Sports Med*, 46(2):86-87.

Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. (2004) Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med*, 32(1 Suppl):5S-16S.

Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. (2011) Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*, 39(6):1226-1232.

Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. (2011) Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med,* 45(7):553-558.

Stojanovic MD, Ostojic SM. (2011) Stretching and injury prevention in football: Current perspectives. *Res Sports Med*, 19(2):73-91.

Freckleton G, Pizzari T. (2013) Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 47(6) :351-358.

Pruna R, Artells R, Ribas J, et al. (2013) Single nucleotide polymorphisms associated with non-contact soft tissue injuries in elite professional soccer players: Influence on degree of injury and recovery time. *BMC Musculoskelet Disord,* 14:221-2474-14-221.

Koulouris G, Connell D. (2005) Hamstring muscle complex: An imaging review. *Radiographics,* 25(3):571-586.

Orchard J., Best TM. , Verrall GM. (2005). Return to play following muscle strains. *Clin J Sport Med,* 15(6):436-441.

Harmon KG. (2010) Muscle injuries and PRP: What does the science say? *Br J Sports Med,* 44(9):616-617.

Reurink G., Goudswaard GJ. , Moen MH., et al.(2015) Rationale, secondary outcome scores and 1-year follow-up of a randomised trial of platelet-rich plasma injections in acute hamstring muscle injury: The dutch hamstring injection therapy study. *Br J Sports Med*.

Askling CM, Nilsson J, Thorstensson A. (2010) A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(12):1798-1803.

McHugh MP, Cosgrave CH. (2010) To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports,* 20(2):169-181.

Rogan S, Wust D, Schwitter T, Schmidtbleicher D. (2013) Static stretching of the hamstring muscle for injury prevention in football codes: A systematic review. *Asian J Sports Med*, 4(1):1-9.

Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jorgensen E, Holmich P. (2011) Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 39(11):2296-2303.

Mendiguchia J., Garrues MA., Cronin JB., et al. (2013) Nonuniform changes in MRI measurements of the thigh muscles after two hamstring strengthening exercises. *J Strength Cond Res*, 27(3):574-581.

Soligard T., Myklebust G., Steffen K., et al. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 337:a2469.

Bahr, R. (s. f.). The Nordic hamstrings exercise. Recuperado de http://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=88#.Wp_jgpNuafV . © Oslo Sports Trauma Research Center.

Kirkendall, Donald & Junge, Astrid & Dvorak, Jiri. (2010). Prevention of Football Injuries. Asian journal of sports medicine. 1. 81-92. 10.5812/asjsm.34869.