



## Artigo de Atualização

# Lesões dos isquiotibiais: artigo de atualização<sup>☆</sup>



Lucio Ernlund\* e Lucas de Almeida Vieira

Instituto de Joelho e Ombro, Curitiba, PR, Brasil

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

#### Histórico do artigo:

Recebido em 17 de agosto de 2016

Aceito em 19 de agosto de 2016

On-line em 7 de junho de 2017

#### Palavras-chave:

Musculoesquelético/lesões

Traumatismo em atletas

Retorno ao esporte

#### Keywords:

Muscle skeletal/injuries

Athletic injuries

Return to sport

### R E S U M O

As lesões dos músculos isquiotibiais (IT) são as mais comuns do esporte e estão correlacionadas com um longo tempo de reabilitação e apresentam uma grande tendência de recidiva. Os IT são compostos pela cabeça longa do biceps femoral, semitendíneo e semimembranoso. A apresentação clínica do paciente depende das características da lesão, que podem variar desde um estiramento até avulsões da inserção proximal. O fator de risco mais reconhecido é a lesão prévia. A ressonância magnética é o exame de escolha para o diagnóstico e classificação da lesão. Muitos sistemas de classificação têm sido propostos; os mais atuais objetivam descrever a lesão e correlacioná-la com o seu prognóstico. O tratamento das lesões é conservador, com o uso de medicações anti-inflamatórias na fase aguda, seguido do programa de reabilitação. As lesões por avulsão proximal têm apresentado melhores resultados com o reparo cirúrgico. Quando o paciente está sem dor, apresenta recuperação da força e do alongamento muscular e consegue fazer os movimentos do esporte, está apto para retornar à atividade física. Programas de prevenção, baseados no fortalecimento excêntrico da musculatura, têm sido indicados tanto para evitar a lesão inicial como a recidiva.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Hamstring injuries: update article

#### A B S T R A C T

Hamstring (HS) muscle injuries are the most common injury in sports. They are correlated to long rehabilitations and have a great tendency to recur. The HS consist of the long head of the biceps femoris, semitendinosus, and semimembranosus. The patient's clinical presentation depends on the characteristics of the lesion, which may vary from strain to avulsions of the proximal insertion. The most recognized risk factor is a previous injury. Magnetic resonance imaging is the method of choice for the injury diagnosis and classification. Many classification systems have been proposed; the current classifications aim to describe the injury and correlate it to the prognosis. The treatment is conservative, with the use of anti-inflammatory drugs in the acute phase followed by a muscle rehabilitation

<sup>☆</sup> Trabalho desenvolvido no Instituto de Joelho e Ombro, Medicina Esportiva e Fisioterapia, Curitiba, PR, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [ernlund@brturbo.com.br](mailto:ernlund@brturbo.com.br) (L. Ernlund).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2017.05.001>

0102-3616/© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

program. Proximal avulsions have shown better results with surgical repair. When the patient is pain free, shows recovery of strength and muscle flexibility, and can perform the sport's movements, he/she is able to return to play. Prevention programs based on eccentric strengthening of the muscles have been indicated both to prevent the initial injury as well as preventing recurrence.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução

Historicamente, as lesões dos músculos isquiotibiais (IT) são descritas como frustrantes para os atletas, pois estão correlacionadas com um longo tempo de reabilitação, além da tendência a recorrência e da imprevisibilidade do retorno ao esporte.<sup>1,2</sup>

Nem todas as lesões são iguais. Elas variam desde um leve dano muscular até a ruptura completas das fibras musculares. E, assim como as características das lesões, o tempo de reabilitação também é variável.<sup>3,4</sup>

As lesões dos IT são as mais comuns no esporte. São as mais frequentemente relatadas no futebol, correspondem a 37% das lesões musculares correlacionadas com esse esporte, o mais popular do mundo, com mais de 275 milhões de praticantes.<sup>5,6</sup>

A incidência das lesões é estimada em 3-4,1/1.000 h de competição e 0,4-0,5/1.000 h de treinamento. Reporta-se um aumento médio de 4% ao ano, as lesões que ocorrem nas sessões de treinamento têm aumentado mais do que as ocorridas nas atividades competitivas.<sup>7,8</sup>

Após a lesão, corredores têm uma média de 16 semanas para retornar ao esporte sem restrições, dançarinos podem levar até 50 semanas. No futebol profissional, o atleta fica, em média, 14 dias fora das atividades competitivas. Em geral, a lesão dos IT é a principal causa do afastamento do esporte.<sup>2,7,9,10</sup>

Além do futebol, as lesões são comuns em esportes como o futebol americano, futebol australiano, atletismo e esqui aquático. O mecanismo de trauma mais comum é o indireto, as lesões ocorrem durante as atividades sem contato, com a corrida como a atividade primária. Esportes com movimentos balísticos do membro inferior, tais como esqui, dança e patinação, estão associados com avulsão proximal dos tendões dos IT.<sup>3,11</sup>

A junção miotendínea (JMT) é a parte mais vulnerável no conjunto formado pelo músculo, tendão e osso e quanto mais proximal a lesão, maior o tempo até o retorno ao esporte.<sup>11,12</sup>

De todas as lesões musculares, as dos IT têm uma das mais altas taxas de recidiva, estimada entre 12-33%. A recorrência é a complicação mais comum das lesões dos IT.<sup>2,6,7</sup>

## Anatomia

O grupo muscular IT é formado pelo semitendíneo (ST), semimembranoso (SM) e pela cabeça longa do biceps femoral (CLBF). Esses três músculos originam-se na tuberosidade

isquiática (TI) como um tendão comum, passam pelas articulações do quadril e do joelho, são denominados de biarticulares e são inervados pela porção tibial do nervo ciático. Na região posterior da coxa, soma-se aos IT a cabeça curta do biceps femoral (CCBF), que se origina da região posterolateral do fêmur na linha áspera e na crista supracondilar. Logo, a CCBF é um músculo monoarticular e é inervado pelo nervo fibular comum (fig. 1).<sup>2,3,5</sup>

Van der Made et al.<sup>11</sup> descreveram em um estudo anatômico dos IT que a TI é dividida em duas regiões, a superior e a inferior. A região superior é subdividida em duas facetas. A faceta lateral é a origem do SM, enquanto que a faceta medial é a origem do ST e da CLBF, que também tem origens no ligamento sacrotuberal.<sup>2</sup>

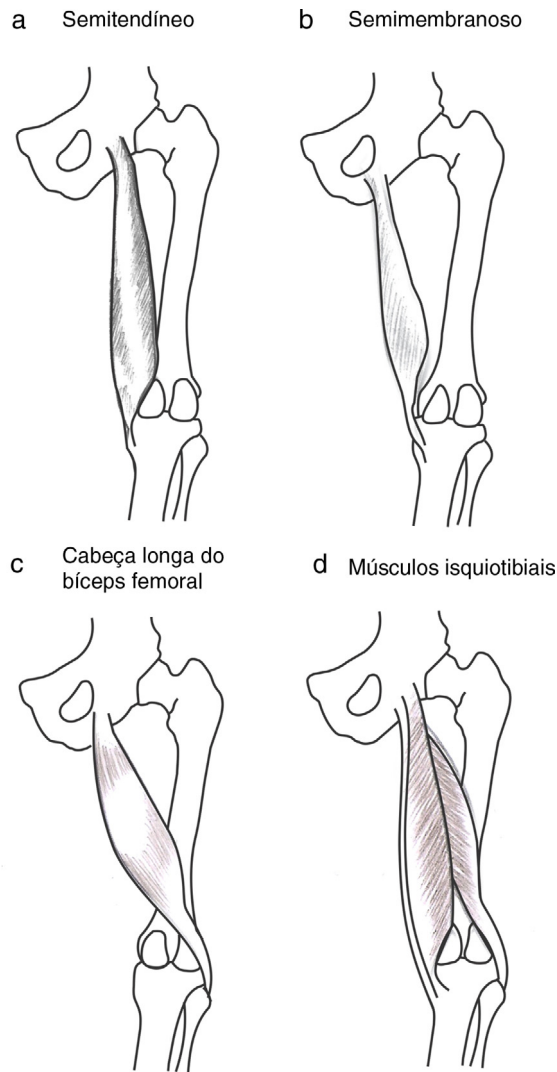
Na região posteromedial da coxa, estendem-se o ST e o SM, com inserções na pata de ganso e no canto posteromedial do joelho e da tibia, respectivamente. Eles atuam de forma agonista na flexão e rotação medial do joelho, assim como na extensão do quadril, enquanto que, lateralmente, o CLBF atua de forma isolada proximalmente, estende o quadril e dá estabilidade posterior à pelve. Distalmente, após o acréscimo das fibras da CCBF, que tem por função flexionar o joelho com a coxa estendida, forma-se o tendão distal que se insere na cabeça da fibula.<sup>1-3,5</sup>

Nenhuma hipótese conseguiu correlacionar o padrão das lesões com a estrutura anatômicas puramente baseadas no comprimento do músculo, tendão ou JMT. Estima-se que a arquitetura muscular, pelas orientações proximais e distais dos tendões, leva a uma força resultante desalinhada com as fibras musculares e predispõe à lesão. No ST existe uma estrutura tendinosa que o divide em duas partes. Essa rafe pode desempenhar um papel na proteção contra lesões grosseiras desse músculo.<sup>11</sup>

## Quadro clínico

A apresentação clínica do paciente depende das características da lesão, que podem variar desde um estiramento das fibras musculares a uma avulsão dos tendões. Entretanto, independentemente das distensões ou rupturas, as lesões são muito mais comuns proximalmente do que distalmente. A CLBF é o músculo mais frequentemente lesado e, apesar de não haver um consenso, o SM é considerado o segundo músculo mais acometido.<sup>2,5,11</sup>

Askling et al.<sup>13</sup> propuseram dois tipos de lesões agudas. O primeiro ocorreria durante a corrida de alta velocidade (*sprint*) e envolve a CLBF. O segundo tipo estaria correlacionado com o alongamento excessivo dos IT em movimentos como o chute



**Figura 1 – Desenho esquemático dos isquiotibiais.**

no futebol ou o tackle no futebol americano e acometereia mais frequentemente o SM.

A contração excêntrica é definida como a ação muscular em que as fibras são alongadas, em decorrência de uma força externa, e contraem-se ao mesmo tempo para desacelerar o movimento. No mecanismo de trauma indireto, o período da contração excêntrica máxima parece ser o de maior risco para a lesão muscular, cujo local mais comum é a JMT, pois sofre as mais altas cargas excêntricas. O trauma direto é outro mecanismo de lesão, especialmente nos esportes de contato. É menos frequente e está relacionado, principalmente, com as lesões dos ventres musculares. A dor muscular tardia nos IT é induzida pela contração excêntrica e também é uma condição comum relacionada ao esporte.<sup>2,3,7</sup>

A avulsão proximal da origem dos IT corresponde a 12% dessas lesões. Estima-se que 9% delas são avulsões completas, consideradas o tipo mais grave. O mecanismo típico da avulsão proximal é a contração excêntrica dos IT, como resultado de uma hiperflexão súbita do quadril, com o joelho em extensão. Esse movimento é mais comumente visto no esqui aquático.<sup>2,3,7,14</sup>

Clinicamente o paciente apresenta um quadro doloroso súbito na região posterior da coxa. É frequente o relato de um estalido audível e a incapacidade de permanecer na atividade física. Uma marcha antálgica é feita para tentar minimizar a mobilização da massa muscular envolvida e diminuir a extensão do quadril e a flexão do joelho. Na fase aguda, o hematoma ou a equimose na região posterior da coxa, a palpção dolorosa da região da TI e a fraqueza muscular são os sinais clínicos mais encontrados. Normalmente, o volume do hematoma está correlacionado com a gravidade da lesão, mas sua ausência não pode ser confundida como uma lesão menor, pois esse sinal pode ser tardio mesmo nas lesões mais graves.<sup>5,7</sup>

A força dos músculos IT pode ser testada por meio de flexão do joelho e extensão do quadril contra a resistência. A comparação bilateral é indicada para identificar as alterações. O teste clínico de “tirar o sapato” também é descrito como um meio de avaliação dos IT. É solicitado ao paciente que retire o sapato ipsilateral à lesão, na posição de pé, com a ajuda do pé contralateral. Ao alavancar a região posterior do calçado no membro contralateral, ele fará a flexão do joelho e desencadeará dor ou demonstrará a fraqueza da musculatura afetada.<sup>2,9</sup>

Na avulsão proximal, um gap local pode ser palpável. E algumas vezes ele pode ser mascarado pelo hematoma. Desconforto para sentar pode ser relatado e a palpção ajuda a identificar o local da lesão e determinar quais músculos poderiam estar lesados. A ruptura completa é definida com a rotura dos três tendões (BF, ST, SM) na TI. O sinal da corda tem sido proposto para diferenciar entre avulsão parcial e completa dos tendões. Um teste positivo refere-se à ausência de tensão palpável na parte distal dos IT com o paciente em posição pronada e o joelho flexionado a 90°. A avulsão também pode ser avaliada quando o paciente faz a flexão do joelho contra a resistência e a massa muscular avulsionada retrai-se distalmente.<sup>2,5,9,15,16</sup>

O exame clínico neurológico deve ser sempre feito nas lesões dos IT. Devido à proximidade local, as lesões musculares podem estar correlacionadas com as lesões neurológicas, que podem se manifestar com parestesias ou alterações motoras. Nas fases crônicas das lesões, sintomas de ciática podem surgir.<sup>5,7</sup>

Na fase aguda o quadro de dor influencia muito na avaliação clínica do paciente. Após 48 h, estima-se que a limitação aguda da dor já diminuiu e o resultado do exame físico pode ser mais relevante tanto para o diagnóstico como para o prognóstico. Portanto, é indicada a avaliação específica dentro de dois dias após a lesão.<sup>9</sup>

Os diagnósticos diferenciais incluem desde apofisite da TI, síndrome do piriforme, tendinopatias e bursites a radiculopatias. Por isso a história clínica, a queixa do paciente e o exame físico são determinantes para o correto diagnóstico.<sup>3</sup>

### Fatores de risco

Identificar os fatores de risco para a lesão dos IT tem sido o objetivo de muitos estudos. Poder reconhecer os atletas e as situações que podem desenvolver a lesão é fundamental na prevenção para evitar longos períodos de reabilitação e afastamento do esporte.<sup>17</sup>

Dentre os fatores de riscos, as características próprias dos músculos desempenham um importante papel. O desequilíbrio muscular dos IT é definido pela diferença de força da musculatura quando comparada contralateralmente ou uma alteração entre a proporção de força dos IT com relação ao quadríceps ipsilateral. O risco de lesão é maior quando o déficit de força entre os IT é >10-15% ou a proporção de força entre os IT e o quadríceps é <0,6. Todavia, esses valores podem variar de acordo com cada atleta e esporte.<sup>3</sup>

O gesto do atleta na prática esportiva também é um fator predisponente de lesão. Atletas que inclinam anteriormente a pelve, no momento da aceleração na corrida, aumentam a tensão sobre os IT. Além disso, o encurtamento do iliopsoas e o desequilíbrio da musculatura abdominal e lombar também podem promover uma anteversão da pelve, e colocar os IT em desvantagem mecânica por aumentar a tensão muscular no fim da fase de balanço da marcha.<sup>2</sup>

Os fatores extrínsecos também têm influência na probabilidade da lesão. As lesões são mais comuns nas competições do que nos treinamentos, períodos curtos de pré-temporada também estão correlacionados com uma maior chance de lesão. Atletas que devido a suas posições desempenham corridas estão em maior risco de se lesionar. No futebol, as lesões no lado dominante têm maior gravidade, pois estão correlacionadas com o movimento do chute.<sup>2,7,10,18</sup>

A lesão prévia dos IT é o fator de risco mais comumente correlacionado com novas lesões. A recidiva da lesão, após o retorno ao esporte, permanece como a principal complicação dessa patologia. A recorrência é mais comum quando a lesão envolve a CLBF. Van Beijsterveldt et al.<sup>17</sup> fizeram uma revisão sistemática de 11 estudos prospectivos que envolveram 1.775 jogadores masculinos de futebol com 334 lesões de IT. Foi identificado que a lesão prévia dos IT é correlacionada significativamente com o fator de risco para uma nova lesão. Taxas de relesões dos IT são relatadas entre 14-63% em até dois anos após a lesão inicial.<sup>3,4,7,19</sup>

Pruna et al.<sup>20</sup> levantaram a hipótese de que o perfil genético poderia explicar por que alguns jogadores de futebol de elite estão predispostos a sofrer mais lesões do que outros e também por que existe tanta variação de tempo na reabilitação das lesões.

Com relação às avulsões proximais dos IT, as rupturas completas tendem a ocorrer em pacientes com quadro de tendinopatia local prévia.<sup>3</sup>

## Exames de imagem

Os exames de imagem têm por função confirmar o diagnóstico e fornecer informações para a tomada de decisões terapêuticas.

Como primeira modalidade, o estudo radiográfico tem sua indicação ao excluir as fraturas avulsões da TI, principalmente nos pacientes esqueleticamente imaturos.<sup>3</sup>

A ultrassonografia (US) tem a vantagem de ser acessível e de baixo custo, entretanto é operador-dependente. O exame deve ser feito entre o segundo e o sétimo dia após o trauma e pode detectar a lesão através da visualização do hematoma e da descontinuidade das fibras. Também é possível mensurar o comprimento, a largura, a profundidade e a área de secção

transversa da lesão muscular. Nas lesões proximais, o método tem maiores limitações para descrever a lesão.<sup>3,5,18</sup>

A ressonância magnética (RM) é a modalidade de escolha para identificar e descrever as lesões, principalmente as de localização proximal. Ela define precisamente o local da lesão, sua gravidade e extensão, os tendões envolvidos e a retração da massa muscular.<sup>3,5,21,22</sup>

Ainda não há um consenso sobre o momento ideal para fazer avaliação por imagem de RM. Alguns autores advogam que o exame deve ser feito entre as 24 e 48 h após o trauma, outros entre 48 h e 72 h. Os sinais da lesão na RM são principalmente reconhecidos nas imagens de T2 com supressão de gordura ou *short-tau inversion recovery* (STIR) e são mais evidentes a partir de 24 h e até cinco dias após o trauma.<sup>9</sup>

Apesar de a RM ser o exame padrão ouro, 13% das lesões dos IT em jogadores profissionais de futebol podem não ser identificadas na RM. A razão ainda é desconhecida, uma das hipóteses é que se trata de pequenas lesões que não seriam detectáveis, outra seria que os sintomas seriam causados por outras patologias, como lombalgias ou alterações neurológicas.<sup>23</sup>

No seguimento das lesões, a RM é mais sensível do que o US. As imagens seriam úteis nos casos mais graves e para a avaliação da progressão e reabilitação e auxiliariam a decisão de retorno ao esporte nos atletas de elite. Após seis semanas, em 34-94% dos casos, os sinais da lesão dos IT ainda são visíveis.<sup>9</sup>

## Classificação

Os sistemas de classificação são úteis para médicos, atletas e seus treinadores, pois fornecem o direcionamento para o tratamento e o prognóstico. Uma grande variedade de classificações baseadas nos sinais clínicos e alterações dos exames de imagem com US e RM tem sido proposta. Todavia, devido à complexidade e à heterogeneidade das lesões musculares, um sistema de classificação amplamente aceito ainda está em falta.<sup>9,24,25</sup>

Na prática clínica, um sistema de três graus é o mais usado, classifica a lesão em um dano menor, moderado ou completo do músculo. Variações correlacionadas com os exames de imagem também são descritas.<sup>25,26</sup>

Peetrans<sup>27</sup> agrupa as lesões em graus de acordo com as alterações ao US. O Grau I corresponde à lesão sem alteração da arquitetura muscular, mas com sinais de edema ao redor do músculo. O Grau II inclui a ruptura parcial e a lesão Grau III revela a lesão muscular completa ou a rotura tendinosa.

Recentemente, novos sistemas de classificação têm sido desenvolvidos com o objetivo de ser mais abrangentes e de desenvolver a uniformidade na terminologia da lesão muscular, além dar a cada grau de lesão o seu prognóstico, o que não ocorre nas classificações de três graus.<sup>24-28</sup>

A tabela 1 para lesão muscular<sup>26</sup> propõe um agrupamento baseado nas imagens de RM. As lesões são graduadas de 0 a 4, nos graus 1 a 4 um sufixo adicional descreve a localização da lesão. Para as lesões miofasciais: 'a', para as lesões músculo-tendíneas: 'b' e para as lesões intratendíneas: 'c'.

As lesões Grau 0 são aquelas sem alterações de imagens na RM. Representam a dor neuromuscular focal e a dor muscular

**Tabela 1 – Classificação atlética britânica**

Classificação atlética britânica		
Grau	Descrição	RM
<b>Grau 0</b>		
0a	Dor neuromuscular focal	normal
0b	Dor muscular generalizada após exercício	normal ou aumento de sinal em um ou mais músculos
<b>Grau 1</b>		
1a	Lesão miofascial menor	aumento de sinal a partir da fáscia com envolvimento < do que 10% do ventre muscular e comprimento crânio-caudal < 5cm
1b	Lesão miotendinosa menor	aumento de sinal < do que 10% da secção transversa do músculo na região miotendinosa e comprimento crânio-caudal < 5cm
<b>Grau 2</b>		
2a	Lesão miofascial moderada	Aumento de sinal a partir da fáscia com extensão ao músculo, área de secção transversal da lesão entre 10% e 50%, comprimento craniocaudal > 5 e < 15 cm e ruptura estrutural das fibras < 5 cm
2b	Lesão miotendinosa moderada	Aumento de sinal na região miotendinosa, área de secção transversal compreendida entre 10% e 50%, comprimento craniocaudal > 5 e < 15 e ruptura estrutural das fibras < 5 cm
2c	Lesão intratendinosa moderada	Aumento de sinal no tendão com comprimento longitudinal < 5 cm, envolvimento < 50% da área de secção transversa do tendão. Sem perda de tensão ou descontinuidade do tendão
<b>Grau 3</b>		
3a	Lesão miofascial extensa	Aumento de sinal a partir da fáscia com extensão ao músculo, área de secção transversa > 50%, comprimento crânio-caudal > 15 cm e ruptura estrutural das fibras > 5 cm
3b	Lesão miotendinosa extensa	Aumento de sinal com área de secção transversa > 50%, comprimento crânio-caudal > 15 cm e ruptura estrutural das fibras > 5 cm
3c	Lesão intratendinosa extensa	Aumento de sinal no tendão com comprimento do longitudinal > 5 cm, envolvimento > 50% da área de secção transversa do tendão. Pode haver perda da tensão do tendão porém não há descontinuidade evidente
<b>Grau 4</b>		
4	Lesão completa muscular	Descontinuidade completa do músculo com retração
4c	Lesão completa tendinosa	Descontinuidade completa do tendão com retração

generalizada provocadas pelo exercício. As lesões Grau 1 são pequenos traumas musculares em que o atleta apresenta dor durante ou após a atividade. A amplitude de movimento (ADM) é normal e a força está preservada. Nas lesões Grau 2 ocorre um dano moderado ao músculo. O atleta apresenta dor durante a atividade e necessita interrompê-la. A ADM do membro afetado apresenta limitações devido à dor e a fraqueza muscular geralmente é detectada no exame clínico. No Grau 3, as lesões musculares são extensas. O atleta geralmente sofre um quadro abrupto de dor e pode chegar a cair. A ADM mesmo após 24 h geralmente é reduzida e dolorosa. Há uma fraqueza de contratilidade muscular óbvia. E, por último, o Grau 4 representa as lesões completas no músculo ou no tendão. O atleta apresenta quadro súbito de dor e limitação da atividade. Um gap palpável pode ser percebido. Normalmente a contração é menos dolorosa do que a lesão grau 3.<sup>26</sup>

A aplicação clínica da classificação atlética britânica foi demonstrada por Pollock et al.,<sup>22</sup> que avaliaram 65 lesões de IT em 44 atletas de atletismo. Quanto maior o grau da lesão, maior era o tempo de reabilitação e a taxa de recidiva. As lesões com envolvimento do tendão (tipo C) foram mais susceptíveis a recidiva e têm um tempo maior de reabilitação.

A tabela 2 para lesões musculares<sup>28</sup> diferencia dois principais grupos: lesão por trauma direto e indireto. Dentro do grupo das lesões por trauma indireto, a classificação traz o conceito das lesões funcionais e das lesões estruturais. Os distúrbios musculares funcionais descrevem as alterações sem evidência macroscópica de ruptura das fibras. Essas lesões

apresentam causas multifatoriais e são agrupadas em subgrupos que refletem sua origem clínica, como a sobrecarga ou os distúrbios neuromusculares. Já as lesões musculares estruturais são aquelas que nos exames de RM apresentam evidências macroscópicas de ruptura das fibras, isto é, danos estruturais. Geralmente estão localizadas na JMT, uma vez que essas áreas apresentam pontos biomecânicos fracos.

Ekstrand et al.<sup>24</sup> analisaram prospectivamente 31 times de futebol masculino profissional durante a temporada 2011/2012 de acordo com a classificação de Munique. Ocorreram 393 lesões musculares na coxa desses atletas, 2/3 delas foram classificadas como estrutural e tiveram um tempo de reabilitação, em que o atleta desfalcou sua equipe, estatisticamente significante maior do que as lesões funcionais. Dentro das lesões estruturais, diferenças significantes também foram encontradas nos subgrupos (lesão menor, moderada e completa), quanto maior a gravidade, maior o tempo para o retorno ao esporte. Neste estudo, não houve diferença com relação aos desfechos das lesões musculares anteriores ou posteriores da coxa.

## Tratamento

A maioria das lesões dos IT representa distensões musculares ou lesões parciais no nível da JMT que podem ser manejadas de forma conservadora e geralmente têm como resultado a recuperação total.<sup>14</sup>

Tabela 2 – Classificação de Munique

Classificação de Munique			
Tipo de lesão	Definição	Sintomas	Imagem de RM
Direta	Contusão: trauma contuso oriundo de fator externo com tecido muscular intacto		Hematoma
	Laceração: trauma contuso oriundo de um fator externo com ruptura muscular		Hematoma
Indireta	Funcional		
	Tipo 1: <i>desordem muscular relacionada à sobrecarga</i>		
	1A: desordem muscular devido a fadiga	rigidez muscular	Negativa
	1B: dor muscular tardia	dor inflamatória aguda	Negativa ou edema isolado
	Tipo 2: <i>desordem muscular de origem neuromuscular</i>		
	2A: desordem muscular neuromuscular relacionada à coluna vertebral	aumento do tônus muscular devido à desordem neurológica	Negativa ou edema isolado
	2B: desordem muscular neuromuscular relacionada ao músculo	aumento do tônus muscular devido ao controle neuromuscular alterado	Negativa ou edema isolado
	Estrutural		
	Tipo 3: <i>lesão muscular parcial</i>		
	3A: pequena lesão muscular parcial: lesão que envolve pouca área do diâmetro máximo muscular		rompimento das fibras
	3B: moderada lesão muscular parcial: lesão que envolve moderada área do diâmetro máximo muscular		retração e hematoma
	Tipo 4: <i>lesão muscular sub(total) com avulsão:</i>		
	Envolvimento do diâmetro completo do músculo, defeito muscular		completa descontinuidade das fibras

Na fase inicial, o objetivo do tratamento é minimizar o sangramento intramuscular e controlar a resposta inflamatória. Usam-se analgesia, repouso, compressas de gelo, compressão muscular e elevação do membro. No entanto, a evidência clínica para apoiar essas modalidades ainda é limitada. O melhor tratamento para as lesões dos IT ainda está para ser identificado.<sup>2,3,7,29</sup>

Uma maior ênfase na redução algica nos primeiros dias após a lesão deve ser empregada, pois reduz a inibição neuromuscular associada a dor. Além disso, a imobilização desnecessária deve ser evitada, pois leva à atrofia muscular. Com a mobilização precoce através dos exercícios de alongamentos e fortalecimentos, espera-se conseguir uma cicatrização estável e funcional.<sup>4,7</sup>

A reação inflamatória, desencadeada em resposta à lesão, é responsável pelo início da reparação tecidual. Todavia, em decorrências das enzimas liberadas após as lesões celulares, o processo também causa degradação tecidual, que, somada à isquemia local, resultante do trauma ao suprimento sanguíneo, amplia a lesão muscular ao envolver o tecido adjacente e aumenta os sintomas inflamatórios, como dor e edema. A indicação da medicação anti-inflamatória é para modular a resposta inflamatória, bem como controlar a dor, permitindo o início precoce da reabilitação. Os anti-inflamatórios não esteroidais são os mais usados e estão indicados até as primeiras 48-72 horas da lesão para não interferir no reparo tissular. Após essa fase, os analgésicos são empregados para o manejo antálgico.<sup>2,3,7</sup>

Corticosteroides também podem ser empregados nesse controle da inflamação, tanto por via oral como intramuscular. A administração intralesional, que pode ser guiada por US, é indicada quando o quadro agudo não apresenta melhoria

da dor e o paciente tem dificuldade com o programa de reabilitação. Entretanto, o uso local de corticosteroides pode ter efeitos prejudiciais sobre o tecido muscular, pois atuam sobre as ligações de colágeno e diminuem a cicatrização tecidual.<sup>2,3,7</sup>

#### Tratamento das avulsões proximais

As lesões dos IT por avulsão tendinosa proximal podem causar sequelas significantes, como o déficit de força e a incapacidade de retorno à prática esportiva no nível pré-lesão. O reparo cirúrgico da anatomia local é indicado para evitar essas complicações, especialmente em atletas ou pacientes ativos. Na maioria das técnicas cirúrgicas descritas, o reparo é feito com âncoras e sutura inabsorvível.<sup>5,11,14,30</sup>

Hofmann et al.<sup>15</sup> avaliaram o desfecho do tratamento conservador para avulsões proximal completas dos IT. Dos pacientes, 30% foram incapazes de regressar ao nível pré-lesão de atividade esportiva e quase metade se arrependeu de não ter sido submetida ao tratamento cirúrgico.

Barnett et al.<sup>14</sup> relataram que bons a excelentes resultados podem ser esperados na maioria dos pacientes após a reinserção cirúrgica das avulsões proximais dos IT. Também descreveram uma elevada percentagem de pacientes que retornaram ao seu nível pré-lesão e que a grande maioria dos pacientes ficou satisfeita com a cirurgia e optaria novamente pelo mesmo tratamento.

Em geral, o tratamento conservador é indicado para avulsões proximais agudas de um único tendão ou lesões de múltiplos tendões com menos de 2 cm de retração. As lesões crônicas assintomáticas, apesar do deslocamento, também são tratadas conservadoramente.<sup>3,5,16,21</sup>

O tratamento cirúrgico é a melhor opção nas avulsões da apófise isquiática do esqueleto imaturo, nas avulsões com fragmento ósseo da TI e nas avulsões proximais de todo o complexo IT.<sup>16,21</sup>

A cirurgia também é indicada em pacientes ativos com avulsões de um ou dois tendões e com retração maior do que 2 cm. Em atletas recreacionais ou em pacientes inativos, a cirurgia é indicada somente quando a avulsão é sintomática.<sup>2,7,11</sup>

A cirurgia também pode ser indicada em lesões de um tendão quando a avulsão é sintomática, particularmente em atletas ou pacientes de alta demanda. Teoricamente, uma avulsão da CLBF pode necessitar de reparo cirúrgico, pois nenhum outro músculo age de forma agonista, diferentemente do ST e do SM, que atuam sinergicamente.<sup>5,7</sup>

Quando o diagnóstico de avulsão proximal é confirmado, o tratamento cirúrgico deve ser discutido o mais precocemente possível, para que a lesão possa ser reparada durante a fase aguda. É consenso que a reinserção deve ser idealmente feita dentro de duas semanas da lesão. O reparo precoce minimiza a atrofia muscular e o encurtamento muscular, facilita a reabilitação ao torná-la mais previsível e evita dificuldades e complicações cirúrgicas, como as aderências que se formam entre o tecido avulsionado e o nervo ciático por volta do fim da segunda semana. Além do envolvimento do nervo ciático, o nervo cutâneo femoral posterior e o nervo glúteo inferior também podem ser acometidos e causar disestesia e fraqueza dos extensores do quadril.<sup>2,3,5,7,15,16,21</sup>

As lesões que não foram manejadas cirurgicamente podem evoluir com neuralgia e dor ciática. Nesses casos crônicos e nas lesões que, apesar do tratamento conservado, mantêm dor e fraqueza debilitante, o reparo também é indicado. Entretanto, é válido ressaltar que os sintomas neurológicos podem permanecer apesar do procedimento cirúrgico.<sup>7,16,21</sup>

### Plasma rico em plaquetas

A miogênese não está restrita ao desenvolvimento pré-natal, mas também ocorre na regeneração muscular após uma lesão. Vários fatores de crescimento têm sido sugeridos como reguladores desse processo. As plaquetas são conhecidas por seu papel na hemostasia, mas também atuam na mediação do reparo da lesão tecidual devido a sua capacidade de liberar fatores de crescimento, levam ao estímulo da angiogênese responsável pela neovascularização e ao aumento da atividade metabólica com proliferação tecidual muscular e tendinosa.<sup>31</sup>

A indicação para o uso do plasma rico em plaquetas (PRP) é baseada no conceito de que os fatores de crescimento liberados pelas plaquetas iriam aumentar o processo natural da cicatrização, principalmente dos tecidos com baixo potencial de cura, o que tem sido apoiado por muitos estudos *in vitro*. Devido a esse potencial de aprimorar o processo da reparação tecidual, o PRP tem sido pesquisado como parte do arsenal terapêutico de muitas lesões, inclusive das lesões dos IT.<sup>3,29,32</sup>

Hamid et al.<sup>29</sup> estudaram 28 pacientes com diagnóstico de lesão aguda de IT classificadas como rupturas parciais. Eles foram alocados aleatoriamente para o tratamento com PRP autólogo combinado com um programa de reabilitação, ou para apenas um programa de reabilitação. O desfecho primário

do estudo foi o tempo para voltar ao esporte. Além disso, foram examinados o nível de dor e a interferência da dor ao longo do tempo. Esse estudo mostrou que uma única injeção de 3 ml de PRP autólogo combinado com um programa de reabilitação foi significativamente mais eficaz na redução da gravidade da dor e permitiu tempo mais curto para voltar ao esporte após uma lesão aguda de IT.

Rossi et al.<sup>33</sup> também descrevem um estudo em que uma única aplicação de PRP autólogo associada ao programa de reabilitação, quando comparado com o programa de reabilitação isolado nas lesões parciais dos IT, diminuiu significativamente o tempo de retorno ao esporte. A taxa de recorrência da lesão com dois anos de seguimento não se mostrou diferente entre os dois grupos.

Zanon et al.<sup>32</sup> demonstraram num estudo com 25 lesões de IT em jogadores profissionais de futebol que o uso do PRP é seguro, porém não relataram uma diminuição no tempo de recuperação, mas sim uma menor cicatriz e um melhor reparo tecidual nas imagens de controle na RM.

Reurink et al.,<sup>34</sup> em um estudo randomizado, multicêntrico e duplo cego com 80 atletas recreacionais com lesões dos IT, não encontraram resultados com significância estatística ou clínica que justificasse o uso do PRP.

Além do uso isolado do PRP, suas associações têm sido estudadas. Terada et al.<sup>35</sup> demonstraram, em um modelo animal, que o PRP combinado ao uso da losartana promoveu uma melhoria na cicatrização do músculo esquelético após uma lesão contusa pelo aumento da velocidade de revascularização, regeneração muscular e inibição do desenvolvimento da fibrose. A losartana tem uma ação antifibrótica, além de ser um anti-hipertensivo amplamente usado. Sua associação com o PRP estimularia a angiogênese, além de bloquear o desenvolvimento da fibrose.

Apesar dos diversos estudos, ainda não há evidência suficiente para indicar o uso de PRP em lesão musculares agudas. Devido ao aumento na popularidade, há um crescente debate sobre sua real eficácia, ainda mais quando se trata do processo de reabilitação da lesão muscular em pacientes ativos e atletas, torna-se uma importante área de pesquisa.<sup>3,4,29,33</sup>

A literatura atual mostra resultados pré-clínicos promissores, porém os achados clínicos são contraditórios. Uma análise pormenorizada é prejudicada pela falta de padronização dos protocolos de estudo, das técnicas de preparação do PRP e das medidas de resultados.<sup>31,36</sup>

Estudos de alta qualidade são fundamentais para confirmar esses resultados preliminares e prover evidência científica para indicar o uso do PRP. São necessárias mais pesquisas para padronizar a preparação do método, seus regimes de administração, inclusive o volume a ser aplicado, o tempo e a frequência de tratamento e o método de aplicação (às cegas ou guiado por US).<sup>3,31</sup>

---

## Reabilitação

O processo de reabilitação é baseado nos programas de alongamento e reforço muscular, pois a cicatrização tecidual envolve a regeneração muscular e a formação de fibrose. A mobilidade precoce minimiza a cicatrização desorganizada das fibras e por conseguinte a recidiva da lesão.<sup>3</sup>

Fatores prognósticos relacionados a um longo período de reabilitação incluem a lesão muscular visualizada na RM, a lesão extensa demonstrada na RM, as lesões de IT recorrentes e o mecanismo de trauma por lesão indireta.<sup>9</sup>

A reabilitação funcional das lesões dos IT deve ser individualizada para as necessidades de cada paciente e as metas gerais são de restaurar a força e a flexibilidade muscular pré-lesão, assim como aliviar a dor. O fortalecimento muscular é tanto um fator de reabilitação como de prevenção.<sup>2,10</sup>

Inicia-se o processo com o fortalecimento concêntrico e assim se obtém uma melhoria clínica, os exercícios em cadeia cinética aberta são empregados progressivamente para iniciar o fortalecimento excêntrico. Os exercícios de fortalecimento excêntrico são mais efetivos do que os exercícios concêntricos e devem ser feitos em posição de alongamento muscular, pois ajudam a restabelecer o comprimento muscular após a lesão.<sup>2,4</sup>

### Retorno ao esporte

O retorno ao esporte é o desfecho desejado após as lesões de IT. As lesões isoladas da CLBF com envolvimento < 50% da área de secção transversa e mínimo edema perimuscular estão correlacionadas com o rápido retorno ao esporte, normalmente em até sete dias. O retorno mais tardio, mais do que duas ou três semanas, está correlacionado com lesões em múltiplos músculos, lesões da JMT, lesões que envolvem a CCBF, lesões com área de secção transversa > 75%, presença de retração e lesões com edema muscular circunferencial. O atraso na recuperação também é associado à lesão primária e ao mecanismo de lesão indireto.<sup>3,37</sup>

Os critérios para o retorno ao esporte são: ausência de dor, capacidade de fazer os movimentos do esporte sem hesitar, recuperação da força e alongamento do grupo muscular envolvido e a própria segurança do atleta em retornar à atividade física. A avaliação da força muscular pode ser determinada através do teste isocinético. É desejada a restauração da força do membro comparado com o lado contralateral (entre 90-95%) e a relação entre IT e quadríceps entre 50-60%.<sup>2,7</sup>

A maioria das relesões dos IT ocorre no mesmo local que as lesões primárias, precocemente após o retorno ao esporte e com uma lesão radiologicamente mais grave. Programas de exercícios específicos com foco na prevenção de novas lesões são altamente recomendados após o retorno ao esporte.<sup>19</sup>

### Prevenção

Devido às grandes complicações que as lesões dos IT podem trazer, principalmente em atletas, a prevenção ainda é melhor do que o processo de tratamento e reabilitação, especialmente quando se trata dos quadros recidivantes. Diversos estudos têm se proposto a identificar padrões preditores de lesão, para que essas situações possam ser evitadas ou corrigidas.

Duhig *et al.*,<sup>38</sup> que acompanharam jogadores de futebol e suas corridas através de dispositivos de GPS, identificaram que os atletas que desenvolveram lesão dos IT percorreram uma distância maior do que sua média bial em corridas de alta

velocidade (> 24 km/h) nas últimas quatro semanas antes de se lesionar.

Van Dyk *et al.*<sup>10</sup> não aconselham o teste isocinético para determinar a associação entre diferenças de força e lesão de IT, pois não encontraram fatores que identificassem jogares de futebol em situação de risco para a lesão num estudo sobre a relação entre a força excêntrica dos IT e a força concêntrica do quadríceps na avaliação isocinética de 614 jogadores de durante quatro temporadas.

Entretanto, Dauty *et al.*<sup>39</sup> estudaram todos os jogadores de futebol da principal liga francesa entre as temporadas de 2001/02 e 2011/12 pelo teste isocinético. De acordo os autores, a previsão da ocorrência da lesão de IT é possível a partir do resultado do teste do início da temporada.

Schache *et al.*<sup>40</sup> descreveram que medidas assimétricas nos testes isocinéticos das contrações voluntárias máximas dos músculos IT pode ser um teste clínico útil para identificar a susceptibilidade à lesão. Num estudo de caso com um jogador de elite de futebol australiano, o teste isocinético dos IT demonstrou que durante quatro semanas a assimetria entre a contração voluntária máxima era mínima (< 1,2%), porém cinco dias antes da lesão o lado que iria sofrer a lesão apresentou uma redução na força de contração voluntária máxima de 10,9%.

Apesar da discrepância entre os resultados diversos dos estudos com variações de metodologias, o trabalho da musculatura é tido como o principal fator de prevenção. Sobre o alongamento muscular, pouco foi demonstrado acerca de sua função profilática. Todavia, o sinal clínico mais duradouro após a lesão de IT é a redução do alongamento muscular e, por essa razão, o alongamento é especialmente útil na reabilitação da lesão primária e prevenção da recidiva. Alongar os IT com a pelve mantida em inclinação anterior tem demonstrado ser mais efetivo do que os alongamentos padrões.<sup>2,7</sup>

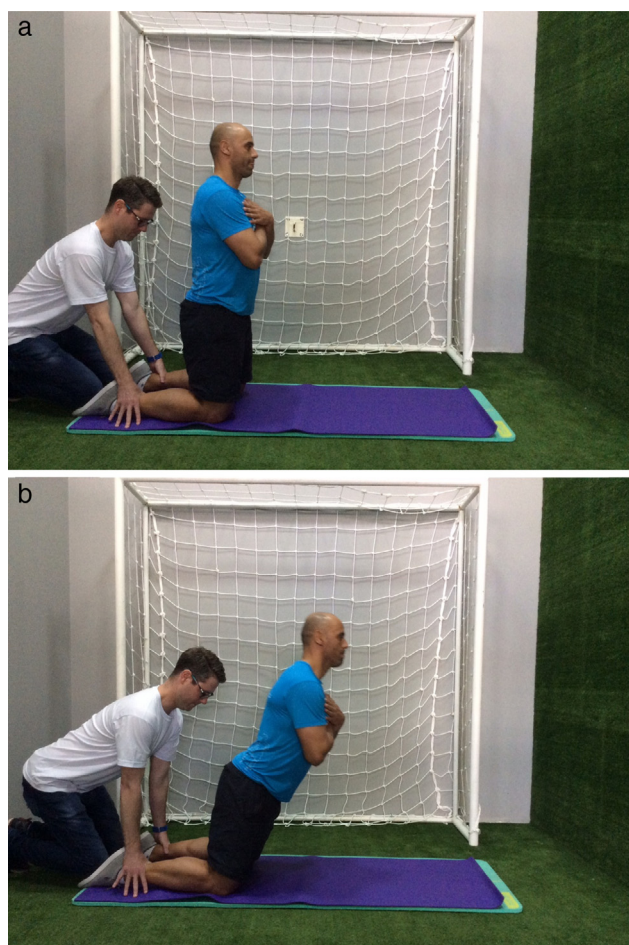
Com relação ao fortalecimento muscular, Mendiguchia *et al.*<sup>41</sup> descreveram que sete semanas de treinamento neuromuscular enfatizado nos IT combinado com o treinamento do futebol demonstrou-se efetivo ao melhorar a força de contração concêntrica e, especificamente, excêntrica dos IT quando comparado com o treinamento isolado. Esse resultado assegura que o programa mantém o desempenho do atleta e ajuda prevenir as lesões de IT.

Porter e Rushton<sup>42</sup> fizeram uma revisão sistemática sobre a eficácia dos exercícios de fortalecimento excêntrico na prevenção da lesão de IT em atletas masculinos profissionais de futebol. Concluíram que, apesar de evidências suficientes ainda faltarem, há apoio científico na literatura para a indicação dessa modalidade de prevenção.

Em suma, muito autores concordam que o programa de exercícios para fortalecimento excêntrico dos IT pode reduzir a incidência da lesão. A sua efetividade pode ser explicada porque a lesão ocorre tipicamente quando os IT atuam na desaceleração da extensão do joelho através de uma contração excêntrica na fase final do balanço durante a corrida, quando eles estão alongados pela flexão do quadril e extensão do joelho. A força necessária para a desaceleração é proporcional à velocidade e à força aplicadas na corrida.<sup>2,4,6</sup>

A flexão nórdica é tida como um dos exercícios mais eficazes no fortalecimento excêntrico dos IT e tem sido empregada com bons resultados em equipes de futebol profissional e





**Figura 2 – Flexão nórdica: a) atleta ajoelhado em posição inicial b) atleta fez o movimento de inclinação do tronco em direção ao solo o mais lentamente possível com a contração excêntrica dos isquiotibiais.**

atletas amadores. O exercício começa com o atleta ajoelhado com as coxas e o tronco alinhados e em ângulo reto com as pernas. O parceiro de treinamento ajuda a manter os pés e as pernas em contato com o solo. O atleta inicia a atividade ao inclinar o tronco até o chão da forma mais lenta possível para aumentar o carregamento muscular da fase excêntrica. Quando o tronco se aproxima do solo, os membros superiores são usados para evitar a queda e empurrar o atleta de volta, o que minimiza o carregamento da fase concêntrica<sup>2,6</sup> (fig. 2).

Bourne et al.<sup>43</sup> avaliaram a flexão nórdica por imagens funcionais de RM e constataram que os IT que já sofreram lesão fazem uma ativação muscular menor do que a do lado contralateral. Demonstraram também que o ST é o músculo mais significativamente ativado. Com relação à análise pela eletromiografia, o mesmo grupo em um diferente estudo<sup>44</sup> notou que, apesar de não ser seletiva para a CLBF, a flexão nórdica apresentou os maiores níveis de ativação na contração excêntrica desse músculo quando comparada com os outros exercícios estudados. Os autores concluíram que os IT são ativados diferentemente durante os exercícios baseados no quadril ou no joelho. De forma que os baseados na extensão do quadril são mais seletivos na ativação lateral, enquanto que os

exercícios com a flexão do joelho recrutam preferencialmente a musculatura medial.

Uma outra modalidade na prevenção da lesão é o uso dos parâmetros laboratoriais. Classicamente, a creatinofosfoquinase (CK) e a lactato desidrogenase (LDH) são usadas como marcadores bioquímicos. Os níveis sérios dependem de idade, sexo, etnia, massa muscular, atividade físicas e até das condições climáticas. Esses parâmetros não devem ser usados para o diagnóstico ou prognóstico das lesões, devido a sua baixa sensibilidade e especificidade. Porém, o aumento desses parâmetros indica uma recuperação incompleta da sobrecarga muscular, quando comparados com as medidas basais do atleta. Atenção especial deve ser empregada para corrigir fatores que podem predispor à lesão.<sup>9,45,46</sup>

### Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

### Agradecimentos

Ao Dr Elio Stein Junior e à equipe de fisioterapia do Instituto de Joelho e Ombro por gentilmente produzir e ceder as fotos para a ilustração deste texto.

### REFERÊNCIAS

1. Agre JC. Hamstring injuries. Proposed aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Med.* 1985;2(1):21-33.
2. Carlson C. The natural history and management of hamstring injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2008;1(2):120-3.
3. Ahmad CS, Redler LH, Ciccotti MG, Maffulli N, Longo UG, Bradley J. Evaluation and management of hamstring injuries. *Am J Sports Med.* 2013;41(12):2933-47.
4. Brukner P. Hamstring injuries: prevention and treatment-an update. *Br J Sports Med.* 2015;49(19):1241-4.
5. Askling CM, Koulouris G, Saartok T, Werner S, Best TM. Total proximal hamstring ruptures: clinical and MRI aspects including guidelines for postoperative rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(3):515-33.
6. van der Horst N, Smits DW, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJ. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2015;43(6):1316-23.
7. Lempainen L, Banke IJ, Johansson K, Brucker PU, Sarimo J, Orava S, et al. Clinical principles in the management of hamstring injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(8):2449-56.
8. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):731-7.
9. Kerkhoffs GM, van Es N, Wieldraaijer T, Sierveit IN, Ekstrand J, van Dijk CN. Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(2):500-9.
10. van Dyk N, Bahr R, Whiteley R, Tol JL, Kumar BD, Hamilton B, et al. Hamstring and quadriceps isokinetic strength deficits are weak risk factors for hamstring strain injuries: a 4-year cohort study. *Am J Sports Med.* 2016;44(7):95-1789.
11. van der Made AD, Wieldraaijer T, Kerkhoffs GM, Kleipool RP, Engebretsen L, van Dijk CN, et al. The hamstring muscle

- complex. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(7):2115-22.
12. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sports Med.* 2007;35(2):197-206.
  13. Askling CM, Malliaropoulos N, Karlsson J. High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. *Br J Sports Med.* 2012;46(2):86-7.
  14. Barnett AJ, Negus JJ, Barton T, Wood DG. Reattachment of the proximal hamstring origin: outcome in patients with partial and complete tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;(7):2130-5.
  15. Hofmann KJ, Paggi A, Connors D, Miller SL. Complete avulsion of the proximal hamstring insertion: functional outcomes after nonsurgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(12):1022-5.
  16. Birmingham P, Muller M, Wickiewicz T, Cavanaugh J, Rodeo S, Warren R. Functional outcome after repair of proximal hamstring avulsions. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(19):1819-26.
  17. van Beijsterveldt AM, van de Port IG, Vereijken AJ, Backx FJ. Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(3):253-62.
  18. Svensson K, Eckerman M, Alricsson M, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Jun 23.
  19. Wangenstein A, Tol JL, Witvrouw E, Van Linschoten R, Almusa E, Hamilton B, et al. Hamstring reinjuries occur at the same location and early after return to sport: a descriptive study of MRI-confirmed reinjuries. *Am J Sports Med.* 2016;44(8):2112-21.
  20. Pruna R, Artells R, Lundblad M, Maffulli N. Genetic biomarkers in non-contact muscle injuries in elite soccer players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Apr 16, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-016-4081-6> [Epub ahead of print].
  21. Carmichael J, Packham I, Trikha SP, Wood DG. Avulsion of the proximal hamstring origin. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91 Suppl 2:249-56.
  22. Pollock N, Patel A, Chakraverty J, Suokas A, James SL, Chakraverty R. Time to return to full training is delayed and recurrence rate is higher in intratendinous ('c') acute hamstring injury in elite track and field athletes: clinical application of the British Athletics Muscle Injury Classification. *Br J Sports Med.* 2016;50(5):305-10.
  23. Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, Lee JC, English B, Häggglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012;46(2):112-7.
  24. Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *Br J Sports Med.* 2013;47(12):769-74.
  25. Grassi A, Quaglia A, Canata GL, Zaffagnini S. An update on the grading of muscle injuries: a narrative review from clinical to comprehensive systems. *Joints.* 2016;4(1):39-46.
  26. Pollock N, James SL, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *Br J Sports Med.* 2014;48(18):1347-51.
  27. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol.* 2002;12(1):35-43.
  28. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013;47(6):342-50.
  29. A Hamid MS, Mohamed Ali MR, Yusof A, George J, Lee LP. Platelet-rich plasma injections for the treatment of hamstring injuries: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2410-8.
  30. Tanksley JA, Werner BC, Ma R, Hogan MV, Miller MD. What's new in sports medicine. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(8):682-90.
  31. Kon E, Filardo G, Di Martino A, Marcacci M. Platelet-rich plasma (PRP) to treat sports injuries: evidence to support its use. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(4):516-27.
  32. Zanon G, Combi F, Combi A, Peticarini L, Sammarchi L, Benazzo F. Platelet-rich plasma in the treatment of acute hamstring injuries in professional football players. *Joints.* 2016;4(1):17-23.
  33. Rossi LA, Molina Rómoli AR, Bertona Altieri BA, Burgos Flor JA, Scordo WE. Does platelet-rich plasma decrease time to return to sports in acute muscle tear? A randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Apr 16, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-016-4129-7> [Epub ahead of print].
  34. Reurink G, Goudswaard GJ, Moen MH, Weir A, Verhaar JA, Bierma-Zeinstra SM, et al. Dutch Hamstring Injection Therapy (HIT) Study Investigators Platelet-rich plasma injections in acute muscle injury. *N Engl J Med.* 2014;370(26):7-2546.
  35. Terada S, Ota S, Kobayashi M, Kobayashi T, Mifune Y, Takayama K, et al. Use of an antifibrotic agent improves the effect of platelet-rich plasma on muscle healing after injury. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(11):980-8.
  36. Sheth U, Simunovic N, Klein G, Fu F, Einhorn TA, Schemitsch E, et al. Efficacy of autologous platelet-rich plasma use for orthopaedic indications: a meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(4):298-307.
  37. Cloke D, Moore O, Shah T, Rushton S, Shirley MD, Deehan DJ. Thigh muscle injuries in youth soccer: predictors of recovery. *Am J Sports Med.* 2012;40(2):433-9.
  38. Duhig S, Shield AJ, Opar D, Gabbett TJ, Ferguson C, Williams M. Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1536-40.
  39. Dauty M, Menu P, Fouasson-Chailloux A, Ferréol S, Dubois C. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016;6(1):116-23.
  40. Schache AG, Crossley KM, Macindoe IG, Fahrner BB, Pandy MG. Can a clinical test of hamstring strength identify football players at risk of hamstring strain? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(1):38-41.
  41. Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Morin JB, Samozino P, Edouard P, Alcaraz PE, et al. Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(6):e621-9.
  42. Porter T, Rushton A. The efficacy of exercise in preventing injury in adult male football: a systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med Open.* 2015;1(1):4.
  43. Bourne MN, Opar DA, Williams MD, Al Najjar A, Shield AJ. Muscle activation patterns in the Nordic hamstring exercise: impact of prior strain injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(6):666-74.
  44. Bourne MN, Williams MD, Opar DA, Al Najjar A, Kerr GK, Shield AJ. Impact of exercise selection on hamstring muscle activation. *Br J Sports Med.* 2017;51(13):1021-8.
  45. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med.* 2008;27(1):1-18.
  46. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem.* 2012;56:1-54.