

Tratamento das lesões musculares agudas da coxa com ou sem punção do hematoma em atletas*

Treatment of Acute Thigh Muscle Injury with or without Hematoma Puncture in Athletes

Rodrigo Moreira Sales¹ Marcelo Cortês Cavalcante¹ Moisés Cohen¹ Benno Ejnisman¹
 Carlos Vicente Andreoli¹ Alberto de Castro Pochini¹

¹ Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina, São Paulo, SP, Brasil
 Rev Bras Ortop 2019;54:6–12.

Address for correspondence Marcelo Cortês Cavalcante, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, SP 04021-001, Brasil (e-mail: Marcelo_cortes88@hotmail.com).

Resumo

Objetivos Comparar o tempo médio de retorno dos atletas ao esporte após lesão muscular aguda da coxa com hematoma que foi ou não puncionado.

Métodos Estudo longitudinal de intervenção clínica, controlado e não randomizado, com participação de 20 atletas amadores e profissionais com lesão muscular aguda do tipo parcial moderada ou (sub)total na região da coxa, segundo a classificação do Consenso de Munique. Nove atletas foram incluídos no grupo intervenção e 11 no grupo controle. Os atletas do grupo intervenção foram submetidos a punção do hematoma e fisioterapia e os do grupo controle, apenas a fisioterapia. A variável tempo de retorno ao esporte foi analisada com o teste de Mann-Whitney e o nível de significância usado foi 95% ($p < 0,05$).

Resultados A população estudada foi composta principalmente por homens, dos quais oito eram praticantes de esportes no nível amador. Três mulheres, das quais duas eram amadoras, foram incluídas no estudo. A média de idade dos participantes foi de $34,70 \pm 12,79$ anos. Houve 13 indivíduos com lesões na região posterior da coxa, cinco com lesões na região anterior e dois com lesões na região adutora. Considerando todas as lesões, o tempo médio de retorno ao esporte foi de $48,50 \pm 27,50$ dias no grupo intervenção. Já no grupo controle, esse intervalo foi de $102,09 \pm 52,02$ dias ($p = 0,022$).

Conclusão No presente estudo, a punção do hematoma muscular mostrou-se efetiva em abreviar o tempo de retorno ao esporte dos atletas com lesões musculares parciais moderadas e (sub)totais associadas a hematomas.

Palavras-chave

- ▶ músculo esquelético/lesões
- ▶ coxas
- ▶ hematoma
- ▶ drenagem

Abstract

Objectives To correlate the mean time of return of athletes to sport after acute injury of the thigh muscle with hematoma that was punctured or not.

* Trabalho desenvolvido na Disciplina de Medicina do Esporte e Atividade Física, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil. Publicado originalmente por Elsevier Editora Ltda. à 2018 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia.

Marcelo Cortês's ORCID is <https://orcid.org/0000-0003-1207-9185>.

Methods Study based on clinical intervention, controlled and non-randomized with 20 amateur and professional athletes, divided into moderate and total or subtotal thighs lesions, according with the Munich Consensus Statement. Nine athletes were included in the intervention group and 11 athletes in the control group. In the intervention group, the athletes were submitted to a puncture of the hematoma, associated to physical therapy; the control group did only physical therapy. The variable mean time of return to sport was analyzed using the Mann-Whitney test and a significance level of 5% ($p < 0.05$; 95% confidence interval [CI]) was established.

Results The mean group was composed mostly of men, eight of them were amateur athletes. There were three women, two of whom were amateur athletes. The average age of participants was 34.70 ± 12.79 years. There were 13 patients with posterior thigh lesions, 5 with anterior lesions and two with adductor lesions. Considering all injuries, the mean time of return to sport was of 48.50 ± 27.50 days in the intervention group. In the control group, this period was of 102.09 ± 52.02 days, showing a statistically significant difference between them ($p = 0.022$).

Conclusion In the present study, hematoma drainage in athletes with moderate and total or subtotal muscle injuries associated with hematomas decreased their return time to sport.

Keywords

- ▶ skeletal muscle/ injuries
- ▶ thigh
- ▶ hematoma
- ▶ drainage

Introdução

As lesões musculares são as afecções mais frequentes entre os atletas de diversas modalidades e a taxa de incidência pode chegar a 39,2%.¹

Esse é um tema bastante relevante em virtude da elevada incidência, dos altos custos envolvidos no tratamento e também do impacto negativo que pode ter na carreira de um atleta. Várias propostas terapêuticas surgiram para tentar minimizar os efeitos nocivos da lesão muscular. Dentre elas a terapia com plasma rico em plaquetas despontou como promessa. No entanto, alguns trabalhos não conseguiram evidenciar a diminuição do tempo de retorno ao esporte.² Abordagens mais tradicionais, como o uso de AINE ou injeções de corticosteroides, não mostraram benefícios para melhorar a cicatrização muscular ou diminuir o tempo de retorno ao esporte.³ Nesse sentido, a punção dos hematomas musculares poderia representar uma opção ao tratamento das lesões musculares mais extensas.

Os hematomas musculares são coleções hemáticas decorrentes das contusões ou dos traumas indiretos e podem ter localização intramuscular ou intermuscular. Essas coleções musculares estão constantemente presentes nas lesões parciais e (sub)totais (Classificação do Consenso de Munique) e podem ser aspiradas por punção quando encontradas na fase crônica.⁴ No entanto, não há consenso de que a punção do hematoma de uma lesão muscular na fase aguda deveria ser feita. Existe a hipótese de que esse procedimento poderia acelerar a cicatrização tecidual e conseqüentemente proporcionar o retorno mais rápido ao esporte. Esse pensamento encontra alicerces nas bases fisiopatológicas da lesão muscular, em que estão presentes as fases da degeneração, regeneração e remodelamento celular.⁵

De acordo com alguns estudos, no período de degeneração, ocorreria o acúmulo de células inflamatórias e também

de substâncias proteicas (quimiocinas, citocinas e fatores de crescimento) que teriam papel de promover a absorção do hematoma muscular.^{6,7} Na presença de extenso hematoma, ocorreria atraso da cicatrização muscular resultante do prolongamento da fase de degeneração.⁸ Além disso, acredita-se que a presença do hematoma também favoreceria a formação de tecido fibroso cicatricial e isso seria inadequado para o adequado funcionamento do músculo lesionado.⁹

Dessa maneira, o presente estudo foi fundamentado na necessidade de avaliar os efeitos da punção de um hematoma muscular, decorrente de lesão aguda, no tempo de recuperação dos atletas amadores e profissionais.

Material e Métodos

Tipo de estudo

Estudo piloto, longitudinal, do tipo intervenção clínica, controlado, não randomizado, com submissão e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo.

Coleta de Dados

Os dados foram coletados entre 2014 e 2016, no Ambulatório de Medicina Esportiva (Unifesp) e no Departamento Médico do Clube Sociedade Esportiva Palmeiras, após consentimento livre e esclarecido dos participantes. Dados foram obtidos durante atendimento médico e algumas informações como número de sessões fisioterápicas, data do retorno ao esporte (treinos normais e/ou competições), presença de recidiva da lesão foram obtidos por contato telefônico. Recidivas das lesões foram consideradas em até 30 dias da alta médica.

Amostra

Participaram do estudo 20 atletas amadores e profissionais de modalidades diversas. A idade variou de 18 a 68 anos entre os homens e de 39 a 48 anos entre as mulheres, com

média de $34,70 \pm 12,79$ anos. Cinco (25%) eram profissionais e 15 (75%) amadores, 17 (85%) homens e três (15%) mulheres.

Nove (45%) indivíduos foram submetidos à punção do hematoma muscular (grupo intervenção) e fizeram fisioterapia. O restante dos avaliados (grupo controle), que não aceitou o tratamento com a punção muscular, fez fisioterapia. A fisioterapia seguiu protocolo de reabilitação muscular convencional. Os atletas profissionais fizeram em média duas sessões de fisioterapia por dia, 10 sessões por semana. Os atletas amadores fizeram uma média de três sessões de fisioterapia por semana. Cada sessão de fisioterapia durou cerca de 90 minutos em ambos os grupos. Foram também computadas como sessões de reabilitação os treinos de fortalecimento feitos conforme a prescrição do fisioterapeuta, nas fases tardias da recuperação do atleta. Durante as sessões de fisioterapia, feitas por fisioterapeuta esportivo, foram usadas a eletrotermofototerapia e cinesioterapia de acordo com a evolução individual de cada atleta. Inicialmente a abordagem da reabilitação tinha ênfase na analgesia, seguida de progressão lenta e gradual para exercícios isométricos, isotônicos, treinos funcionais e de propriocepção para os membros inferiores. Tendo em vista a necessidade da anuência dos atletas para a punção do hematoma muscular, a alocação dos participantes em cada grupo ocorreu conforme a autorização. No grupo dos atletas profissionais, três (15%) fizeram a punção e no grupo dos amadores esse número foi igual a seis (30%). A maioria (55%) dos atletas praticava futebol e era do sexo masculino.

Os critérios de inclusão no estudo clínico foram: pessoas de ambos os sexos entre 18 e 70 anos, hígdas, com lesão muscular aguda (até três semanas) na coxa, com hematoma associado (essencialmente as lesões Tipo 3 B e 4 pela Classificação do Consenso de Munique).

Os critérios de exclusão foram: atletas tabagistas, com doenças sistêmicas, em uso regular de remédios como corticosteroides, anti-inflamatórios e antifibróticos ou que abandonaram o estudo.^{3,8,10}

Os participantes foram agrupados sob a perspectiva de fazer parte do grupo intervenção (punção do hematoma associada à fisioterapia) ou grupo controle (fisioterapia) e também foram subdivididos de acordo com o nível de atuação no esporte, em atletas profissionais e amadores. Foram classificados como profissionais os atletas que desempenhavam esporte de alto rendimento (competições oficiais) ou recebiam algum tipo de remuneração para praticar o esporte.

As lesões dos atletas foram classificadas de acordo com a sobreposição de critérios clínicos e ultrassonográficos. Inicialmente os atletas foram submetidos a uma avaliação clínica (anamnese e exame físico), por médico especialista em medicina esportiva, que deveria evidenciar um ou mais dos parâmetros clínicos: dor forte no momento da lesão (com a Escala Visual Analógica de dor); incapacidade funcional (incapacidade para contrair o músculo); dor para fazer alongamentos da musculatura envolvida (alongamentos passivos e ativos); exame físico com falha na musculatura durante a palpação.^{8,11,12} Imediatamente após a anamnese e o exame físico, caso a suspeita clínica fosse condizente com

a hipótese diagnóstica de lesão muscular aguda, o paciente era submetido a ultrassonografia. Os exames de ultrassom que identificaram lesões musculares completas ou subtotais, avulsões tendíneas ou retrações dos cotos musculares foram classificadas como lesões estruturais tipo 4 (Classificação de Munique). As lesões que não tinham os achados ultrassonográficos acima referidos, mas se apresentavam com hematoma e lesões musculares mensuráveis, foram classificadas como parciais moderadas (lesões do tipo 3 B da Classificação de Munique). Os exames foram feitos por radiologista especialista no aparelho musculoesquelético, no momento seguinte ao da consulta médica, e a punção do hematoma muscular, guiada por ultrassom, foi feita pelo médico do esporte que havia inicialmente atendido o atleta. O equipamento de ultrassom usado para o diagnóstico foi o GE Logic P6 e também serviu para guiar os procedimentos de punção. Os atletas que foram punccionados preenchem os critérios de inclusão e exclusão e autorizaram de maneira livre e esclarecida o procedimento.

Após as punções os atletas foram orientados a permanecer em repouso por dois dias e a fazer o protocolo Price (proteção, repouso, compressão, elevação do membro e gelo) três vezes por dia, durante sete dias.

A alta do paciente ocorreu após a avaliação conjunta da medicina esportiva e da fisioterapia. O paciente para receber alta tinha que fazer exercícios funcionais (análogos ao gesto esportivo que praticava) sem dor e sem limitações da amplitude de movimento das articulações do joelho e do quadril. O ultrassom feito neste momento deveria evidenciar lesão muscular cicatrizada. Para corroborar a alta médica com segurança, foi feito pelo fisioterapeuta um teste funcional (Hop Test), no qual uma diferença contralateral menor do que 10% deveria estar presente.^{13,14} Foi considerado como sucesso no retorno ao esporte a participação nos treinos de forma irrestrita (semelhante ao momento prévio à lesão) ou a participação em competições, sem que houvesse lesões nos primeiros 30 dias da alta do atleta.

Análise dos Dados

Os dados encontrados foram apresentados em média \pm desvio-padrão. Possíveis diferenças das variáveis coletadas nos grupos analisados (intervenção e controle) foram testados pelo programa GraphPad Prism 6 através do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras não pareadas. O nível de significância usado foi de 95% ($p < 0,05$).

Resultados

A ocorrência de lesões musculares na região posterior foi de 13 casos (65%); seguida pela região anterior com cinco casos (25%) e adutora com dois casos (10%) (**Fig. 1**).

O tamanho médio dos hematomas foi de $9,17 \pm 7,89$ mL, com variação de 2,00 a 28,00 mL. Entre os hematomas musculares do grupo intervenção a média foi de $12,06 \pm 7,35$ mL, com variação de 4,70 a 27,00 mL. Já o volume médio aspirado dos hematomas foi de $5,33 \pm 3,35$ mL, com variação de 1,00 a 12,00 mL (**Tabela 1**).

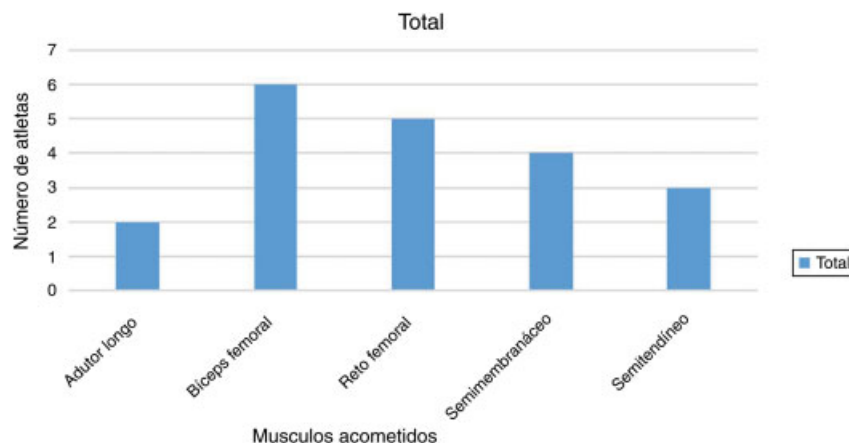


Fig. 1 Músculos da coxa avaliados no estudo.

Tabela 1 Perfil epidemiológico dos atletas participantes do estudo

Atleta	Sexo/Idade (anos)	Esporte/Nível de atuação	Músculo acometido	Grau da lesão/punção	Dias para o retorno
1	M/ 30	Futebol/Profissional	Adutor Longo	3/ sim	15
2	M/ 52	Futebol/Amador	Semimembrâneo	3/ sim	75
3	M/ 22	Futebol/Profissional	Reto Femoral	3/ sim	35
4	M/ 18	Futebol/Amador	Adutor Longo	3/ sim	15
5	M/ 18	Futebol/Amador	Bíceps Femoral	3/ sim	30
6	M/ 26	Rúgbi/Profissional	Bíceps Femoral	3/ sim	62
7	F/ 39	Futebol/Amador	Semitendíneo	4/ sim	40
8	M/ 50	Futebol/Amador	Reto Femoral	4/ sim	80
9	M/ 28	Handebol/Amador	Semimembrâneo	4/ sim	85
10	M/ 68	Tênis de mesa/amador	Semitendíneo	3/ não	30
11	F/ 41	Balé clássico/Profissional	Semimembrâneo	4/ não	120
12	M/ 45	Corrida de rua/Amador	Bíceps Femoral	4/ não	180
13	M/ 27	Futebol/Amador	Bíceps Femoral	3/ não	90
14	M/ 25	Futebol/Amador	Reto Femoral	3/ não	70
15	M/ 36	Corrida de rua/Amador	Bíceps Femoral	3/ não	78
16	M/ 33	Futebol/Amador	Reto Femoral	4/ não	120
17	M/ 32	Futebol/Amador	Semitendíneo	3/ não	45
18	M/ 29	Taekwondo/ Amador	Bíceps Femoral	3/ não	180
19	M/ 25	Futsal/Profissional	Reto Femoral	3/ não	60
20	F/ 48	Pole Dance/ Amador	Semimembrâneo	3/ não	150

O tempo médio de retorno ao esporte do grupo intervenção foi de $48,50 \pm 27,50$ dias, com uma variação de 15 a 85 dias; ao passo que o retorno do grupo controle foi de $102,09 \pm 52,02$ dias, com uma variação de 30 a 180 ($p = 0,022$) (► Fig. 2).

Os seis atletas amadores que punçaram o hematoma (40% dos atletas amadores) fizeram em média $12,50 \pm 4,76$ sessões de fisioterapia e retornaram ao esporte em uma média de $54,16 \pm 29,56$ dias. Aqueles que não fizeram a punção fizeram uma média de $28,66 \pm 16,02$ sessões de fisioterapia e retornaram ao esporte em uma média de $104,77 \pm 55,79$ dias.

Por outro lado, os atletas profissionais que fizeram a punção fizeram uma média de $38,33 \pm 18,77$ sessões de fisioterapia e retornaram ao esporte em uma média de $37,83 \pm 23,58$ dias. No entanto aqueles que não fizeram a punção do hematoma fizeram uma média de $40,00 \pm 11,31$ sessões de fisioterapia e retornaram ao esporte em uma média de $90,00 \pm 42,42$ dias (► Fig. 3). A única complicação observada foi a formação de novo hematoma em um dos atletas punçados. Nesse caso, o atleta teve uma recuperação que demorou 80 dias (tempo acima da média dos casos do grupo intervenção), porém sem apresentar outras

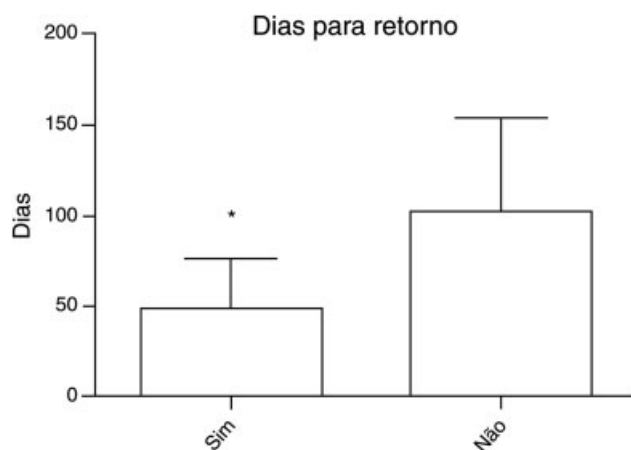


Fig. 2 Tempo médio em dias para o retorno ao esporte no grupo intervenção (Sim) e no grupo controle (Não). Foi usado o teste de Mann-Whitney e encontrada significância estatística no grupo intervenção com $p = 0,022^*$.

intercorrências ou recidiva da lesão após a alta médica. Além disso, um atleta do halterofilismo foi excluído do estudo após decidir abandonar o esporte e parar o tratamento.

Discussão

Nos esportes como o futebol as lesões da coxa representam até 30% das queixas osteomusculares encontradas.^{15,16} No presente estudo foi possível constatar que a maioria dos atletas atendidos era do sexo masculino e praticava futebol (→ Tabela 1). Além disso foi encontrada uma maior incidência de lesões na região posterior da coxa e esse achado está de acordo com a literatura internacional.^{11,17}

Uma recente metanálise publicada evidenciou que atletas com histórico de lesões prévias dos isquiotibiais, com maior idade e com maior pico de torque no quadríceps teriam risco significativo para as lesões na coxa.¹⁸ Outros fatores de risco associados, como a flexibilidade e o equilíbrio muscular ina-

dequados, também poderiam contribuir para essas lesões.^{19,20} Em relação aos aspectos biomecânicos, a maior incidência das lesões na região posterior da coxa poderia ser ainda influenciada pela existência de músculos biarticulares nessa região. Assim, através de movimentos de contração rápida, estariam predispostos às lesões.²¹⁻²³

Alguns métodos complementares de imagem são usados para auxiliar no diagnóstico da lesão muscular e identificação do hematoma. A ultrassonografia musculoesquelética tem papel importante, porque estima o prognóstico pela avaliação completa da lesão (extensão, formação do hematoma, estabilidade dinâmica dos cotos musculares e fibrose resultante da cicatrização muscular).²⁴

Além disso, também é descrito o uso desse aparelho para guiar procedimentos de punção do hematoma muscular. Acredita-se que os grandes hematomas no sítio da lesão dificultariam o processo da adequada cicatrização do tecido envolvido.^{25,26} Existe até a recomendação de fazer a ultrassonografia uma semana após a lesão, porque antes disso o hematoma não seria facilmente aspirado.^{4,12,27}

Em relação à ocorrência de complicações decorrentes da punção do hematoma, semelhantemente ao que foi encontrado neste trabalho, a taxa de complicações graves das punções guiadas por ultrassonografia é baixa.²⁶

No grupo dos atletas amadores tratados apenas com fisioterapia houve um longo período médio de tempo de 104,7 dias para o retorno às atividades físicas. Isso pode ser em parte justificado pelo menor engajamento do atleta recreacional no tratamento proposto. Além disso, foi observado que três atletas amadores, mesmo depois de terem sido liberados para as atividades físicas, apresentaram-se receosos quanto ao retorno ao esporte e preferiram fazer mais sessões de fisioterapia. Esses fatores comentados certamente influenciaram no maior tempo de retorno ao esporte observado no grupo amador em relação ao grupo dos profissionais.

Por outro lado, os atletas amadores submetidos à punção do hematoma muscular fizeram menor número de sessões

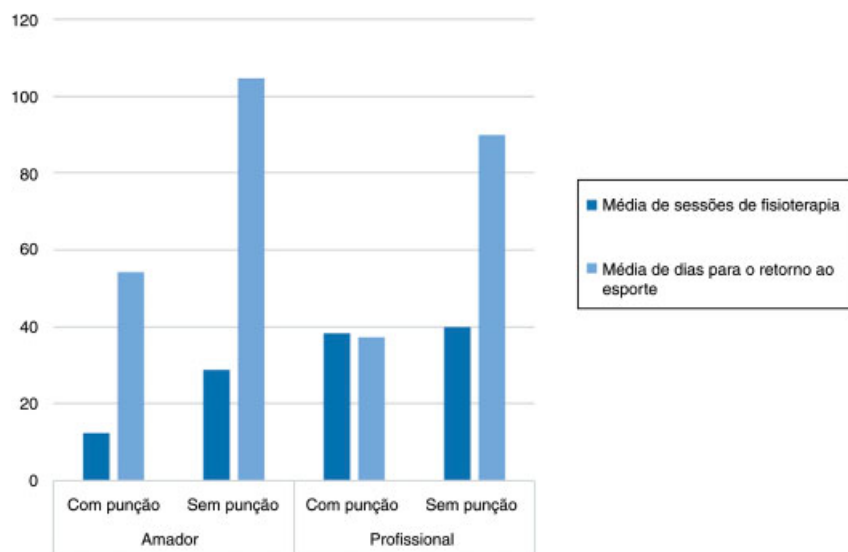


Fig. 3 Grupo de atletas amadores (à esquerda) e profissionais (à direita). A intervenção é avaliada entre os amadores e profissionais e confrontada com o grupo controle através das variáveis: média de sessões de fisioterapia e tempo médio, em dias, para o retorno ao esporte.

de fisioterapia (média de 12,50 versus 28,60 dias) e retornaram de maneira mais breve. A média de retorno ao esporte foi equivalente a 54,16 dias e representou cerca de metade do tempo de retorno do grupo controle. Esses resultados favorecem a punção dos hematomas nesse grupo.

Alguns poucos trabalhos na literatura mencionam o tempo de retorno ao esporte em atletas amadores com lesões musculares de maior gravidade. A complexidade para fazer pesquisas com esse grupo provavelmente resulta do longo período de tempo necessário para reabilitação, da necessidade de acompanhamento médico seriado e também da dificuldade de controlar diversas variáveis como a fisioterapia. Um grupo de atletas amadores com lesões musculares mais graves foi estudado e no fim da pesquisa quatro atletas tiveram período médio de retorno ao esporte de 67 semanas, variação de 40 a 104.²⁸ Esse tempo consideravelmente maior do que a média observada no presente estudo reflete a heterogeneidade na evolução dos diferentes tipos de lesões de acordo com a idade do atleta, o tamanho da lesão, a localização (mais proximal), a região da coxa acometida, o mecanismo da lesão (alongamento ou corrida) e também o critério usado para definir o retorno ao esporte.^{28,29}

Em relação aos atletas profissionais, existe bastante informação na literatura médica sobre as lesões musculares, especialmente no que concerne à região posterior da coxa em jogadores de futebol. Porém existe dificuldade semelhante de controlar as diversas variáveis envolvidas no estudo da lesão muscular e encontram-se poucas publicações com alto nível de evidência científica relacionadas ao tempo de retorno ao esporte. O retorno ao esporte, mais rápido nesse grupo, provavelmente é influenciado pelo maior interesse dos atletas e também pela maior quantidade de sessões de fisioterapia. No entanto, a despeito desses fatores, neste trabalho a punção do hematoma muscular também reduziu o tempo de retorno ao esporte no grupo dos atletas profissionais.

Um estudo publicado recentemente revelou tempo médio de retorno ao esporte de $37,90 \pm 24,00$ dias nas lesões moderadas da região anterior da coxa.³⁰ Esses dados publicados são semelhantes aos resultados observados neste estudo, que teve o caso de um jogador profissional de futebol com lesão semelhante na região anterior da coxa e que retornou ao esporte com 35 dias, após ter sido submetido à punção do hematoma. O tempo similar encontrado provavelmente resulta do fato de que a punção muscular já deve ser usada nos jogadores de futebol de alto rendimento, apesar de não haver comprovação científica da sua eficácia.

Além das possíveis limitações já comentadas, este trabalho apresentou algumas outras questões que devem ser mencionadas. Havia poucas mulheres na população estudada. Não houve homogeneidade em relação à idade dos participantes e é possível que o tempo de evolução das lesões musculares seja diferente em outros esportes variados. Além disso, houve variação do momento da punção dos hematomas e não sabemos ao certo se existe diferença na evolução da cicatrização muscular em punções feitas em uma fase mais precoce (três dias) ou mais tardia (21 dias) da formação do hematoma. Outras limitações encontradas foram a falta de randomização, a pequena quantidade de participantes da amostra. Portanto,

novos estudos são necessários para corroborar o que foi encontrado e elucidar os questionamentos apontados.

Conclusões

A punção do hematoma muscular mostrou-se, neste estudo, efetiva em abreviar o tempo de retorno ao esporte dos atletas com lesões musculares parciais moderadas e (sub)totais associadas a hematomas.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Cohen M, Abdalla RJ, Ejnisman B, Amaro JT. Lesões ortopédicas no futebol. *Rev Bras Ortop* 1997;32(12):940-4
- Pas HI, Reurink G, Tol JL, Weir A, Winters M, Moen MH. Efficacy of rehabilitation (lengthening) exercises, platelet-rich plasma injections, and other conservative interventions in acute hamstring injuries: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49(18):1197-205
- Mishra DK, Fridén J, Schmitz MC, Lieber RL. Anti-inflammatory medication after muscle injury. A treatment resulting in short-term improvement but subsequent loss of muscle function. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77(10):1510-9
- Orlandi D, Corazza A, Arcidiacono A, Messina C, Serafini G, Sconfienza LM, et al. Ultrasound-guided procedures to treat sport-related muscle injuries. *Br J Radiol* 2016;89(1057):20150484
- Kalimo H, Rantanen J, Järvinen M. Muscle injuries in sports. *Baillieres Clin Orthop*. 1997;2(1):1-24
- Warren GL, O'Farrell L, Summan M, Hulderman T, Mishra D, Luster MI, et al. Role of CC chemokines in skeletal muscle functional restoration after injury. *Am J Physiol Cell Physiol* 2004;286(5):C1031-6
- Tidball JG. Inflammatory cell response to acute muscle injury. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(7):1022-32
- Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med* 2005;33(5):745-64
- Järvinen MJ, Lehto MU. The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. *Sports Med* 1993;15(2):78-89
- Bedair HS, Karthikeyan T, Quintero A, Li Y, Huard J. Angiotensin II receptor blockade administered after injury improves muscle regeneration and decreases fibrosis in normal skeletal muscle. *Am J Sports Med* 2008;36(8):1548-54
- Mueller-Wohlfaht 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
- Maffulli N, Oliva F, Frizziero A, Nanni G, Barazzuol M, Via AG, et al. ISMuT Guidelines for muscle injuries. *Muscles Ligaments Tendons J* 2014;3(4):241-9
- Reid DC. *Sports injury, assessment and rehabilitation*. New York: Churchill Livingstone; 1992
- Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 2007;87(3):337-49
- Rubin DA. Imaging diagnosis and prognostication of hamstring injuries. *AJR Am J Roentgenol* 2012;199(3):525-33
- 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
- 17 Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011;39(6):1226-32
 - 18 Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013;47(6):351-8
 - 19 Foreman TK, Addy T, Baker S, Burns J, Hill N, Madden T. Prospective studies into the causation of hamstring injuries in sport: a systematic review. *Phys Ther Sport* 2006;7:101-9
 - 20 Prior M, Guerin M, Grimmer K. An evidence-based approach to hamstring strain injury: a systematic review of the literature. *Sports Health* 2009;1(2):154-64
 - 21 Fernandes TL, Pedrinelli A, Hernandez AJ. Muscle injury - physiopathology, diagnosis, treatment and clinical presentation. *Rev Bras Ortop* 2015;46(3):247-55
 - 22 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
 - 23 Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics. *Am J Sports Med* 2007;35(10):1716-24
 - 24 Tok F, Özçakar L, De Muynck M, Kara M, Vanderstraeten G. Musculoskeletal ultrasound for sports injuries. *Eur J Phys Rehabil Med* 2012;48(4):651-63, quiz 707
 - 25 Cheng Y, Yang HL, Sun ZY, Ni L, Zhang HT. Surgical treatment of gastrocnemius muscle ruptures. *Orthop Surg* 2012;4(4):253-7
 - 26 Dave RB, Stevens KJ, Shivaram GM, McAdams TR, Dillingham MF, Beaulieu CF. Ultrasound-guided musculoskeletal interventions in American football: 18 years of experience. *AJR Am J Roentgenol* 2014;203(6):W674-83
 - 27 Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol* 2002;12(1):35-43
 - 28 Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *Am J Sports Med* 2008;36(9):1799-804
 - 29 Sherry MA, Johnston TS, Heiderscheit BC. Rehabilitation of acute hamstring strain injuries. *Clin Sports Med* 2015;34(2):263-84
 - 30 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