

## LESÃO MUSCULAR NOS ATLETAS

## MUSCLE INJURIES IN ATHLETES

Guilherme Campos Barroso<sup>1</sup>, Edilson Schwannsee Thiele<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo tem por objetivo demonstrar a fisiologia, o diagnóstico e o tratamento das lesões musculares com foco nos atletas, suas demandas e expectativas. As lesões musculares estão entre as queixas mais comuns no atendimento ortopédico, ocorrendo tanto em atletas como em não atletas. Estas lesões caracterizam um desafio para os especialistas, haja vista a lenta recuperação que afasta o atleta dos treinamentos e competições, as frequentes sequelas e a recorrência das lesões. A maior parte das lesões musculares ocorre durante atividade desportiva, correspondendo de 10 a 55% de todas as lesões. Os músculos mais comumente afetados são os isquiotibiais, quadríceps e gastrocnêmios. Músculos estes biarticulares que estão mais sujeitos a forças de aceleração e desaceleração. O tratamento da lesão muscular varia desde o tratamento conservador até o tratamento cirúrgico. Novos procedimentos estão sendo utilizados, como a câmara hiperbárica e o uso de fatores de crescimento. No entanto, ainda é grande o número de recidivas de lesões. A lesão muscular continua sendo um tema com várias controvérsias. Novos tratamentos estão sendo pesquisados e desenvolvidos. A prevenção com fortalecimento muscular, o alongamento e o equilíbrio muscular continuam sendo o melhor “tratamento”.

**Descritores** - Sistema Musculoesquelético/lesões; Ferimentos e Lesões; Atletas

## ABSTRACT

*This article had the aim of demonstrating the physiology, diagnosis and treatment of muscle injuries, focusing on athletes and their demands and expectations. Muscle injuries are among the most common complaints in orthopedic practice, occurring both among athletes and among non-athletes. These injuries present a challenge for specialists, due to the slow recovery, during which time athletes are unable to take part in training and competitions, and due to frequent sequelae and recurrences of the injuries. Most muscle injuries (between 10% and 55% of all injuries) occur during sports activities. The muscles most commonly affected are the ischiotibial, quadriceps and gastrocnemius. These muscles go across two joints and are more subject to acceleration and deceleration forces. The treatment for muscle injuries varies from conservative treatment to surgery. New procedures are being used, like the hyperbaric chamber and the use of growth factors. However, there is still a high rate of injury recurrence. Muscle injury continues to be a topic of much controversy. New treatments are being researched and developed, but prevention through muscle strengthening, stretching exercises and muscle balance continues to be the best “treatment”.*

**Keywords** - Musculoskeletal System/injuries; Wounds and Injuries; Athletes

## INTRODUÇÃO

As lesões musculares estão entre as queixas mais comuns no atendimento ortopédico, ocorrendo tanto em atletas como em não atletas<sup>(1,2)</sup>. Estas lesões caracterizam um desafio para os especialistas, haja vista a lenta recuperação que afasta o atleta dos treinamentos e

competições, as frequentes sequelas e a recorrência das lesões, apesar dos mais variados tratamentos<sup>(3,4)</sup>.

A maioria das lesões ocorre por alongamento excessivo ou trauma direto no ventre muscular<sup>(5)</sup>. Aquecimento e alongamento ativo e passivo antes dos treinos têm sido postulados como estratégias de

1 – Médico Ortopedista e Traumatologista; Médico do Clube Atlético Paranaense – Curitiba, PR, Brasil.

2 – Vice-Presidente da CBMF (Comissão Brasileira de Médicos de Futebol) da CBF; Coordenador Médico do Clube Atlético Paranaense; Mestre e Doutor em Cirurgia pelo IPEM-Faculdade Evangélica de Medicina do Paraná – Curitiba, PR, Brasil.

Trabalho realizado no Departamento Médico do Clube Atlético Paranaense – Curitiba, PR.

Correspondência: Departamento Médico do Clube Atlético Paranaense - Estrada do Ganchinho, 1.459, Sítio Cercado – 81930-160 – Curitiba, PR.

E-mail: edilson.thiele@terra.com.br

Trabalho recebido para publicação: 08/06/2011, aceito para publicação: 28/06/2011.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / *The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work*

Este artigo está disponível online nas versões Português e Inglês nos sites: [www.rbo.org.br](http://www.rbo.org.br) e [www.scielo.br/rbort](http://www.scielo.br/rbort)  
This article is available online in Portuguese and English at the websites: [www.rbo.org.br](http://www.rbo.org.br) and [www.scielo.br/rbort](http://www.scielo.br/rbort)

prevenção de lesões; no entanto, há pouca evidência sobre o quanto estas atitudes realmente diminuem a incidência das lesões musculares<sup>(6)</sup>.

Com o aumento no número de participantes em atividades desportivas, há o aumento do número de atendimentos relacionados a lesões musculares e cabe ao ortopedista estar ciente dos possíveis tratamentos, suas diferentes etapas e dificuldades<sup>(7)</sup>.

O objetivo deste trabalho é demonstrar a fisiologia, o diagnóstico e o tratamento das lesões musculares com enfoque nos atletas, suas demandas e expectativas.

## ANATOMIA

A porcentagem dos músculos esqueléticos no peso total do corpo varia de 40-50% no homem e de 25-35% na mulher<sup>(8)</sup>. Alguns estudos demonstram o aumento desta porcentagem de acordo com a atividade realizada pelo atleta, chegando a 65,1% em halterofilistas<sup>(9)</sup>.

A função da musculatura é causar contração, convertendo energia química em mecânica, podendo ou não resultar em movimento articular<sup>(10)</sup>.

As fibras musculares podem ser divididas em dois tipos. Os músculos são compostos por 50% de fibras de contração lenta, tipo I, e por 50% de fibras de contração rápida, tipo II. Os músculos posturais apresentam uma maior quantidade de fibras do tipo I, que apresentam menor velocidade de contração, porém maior resistência à fadiga. As fibras do tipo II, rápida contração, podem ser subdivididas em IIA e IIB. As fibras IIA, também chamadas de intermediárias, apresentam maior quantidade de mitocôndrias e mioglobinas que a IIB, sendo por isso mais resistentes à fadiga.

Apesar de os músculos apresentarem uma distribuição dos tipos de fibras, pode haver um rearranjo das fibras de acordo com o tipo de *performance* do atleta. As fibras do tipo II podem ser, através de treinamento, transformadas em fibras do tipo I. Já o inverso não é passível de ocorrer<sup>(9,11)</sup>.

Os músculos são capazes de efetuar diferentes tipos de contração. Contração isométrica, cuja força é gerada pelo músculo na mesma quantidade da resistência que se opõe, não gerando movimento e não havendo mudança no tamanho do músculo. Contração concêntrica, cuja força gerada pelo músculo é maior que a resistência, gerando encurtamento do músculo. Contração excêntrica, cuja resistência supera a força gerada pelo músculo, resultando em um alongamento do músculo. Os tipos de lesão dependem do tipo de movimento que está sendo realizado<sup>(11)</sup>.

## LESÕES

A maior parte das lesões musculares ocorre durante atividade desportiva, correspondendo de 10 a 55% de todas as lesões<sup>(12)</sup>. Os músculos mais comumente afetados são os isquiotibiais, quadríceps e gastrocnêmios, músculos estes biarticulares que estão mais sujeitos às forças de aceleração e desaceleração<sup>(13,14)</sup>.

Os isquiotibiais apresentam uma grande variação de incidência, podendo corresponder de 12 a 16% das lesões em esportes como futebol, rúgbi e atletismo<sup>(6,14)</sup>.

Vários sistemas de classificação têm sido propostos para as lesões musculares. Estas podem ser classificadas de acordo com o tempo, o tipo, a gravidade e o local da lesão.

Quanto ao tempo, podem ser classificadas em aguda (menos de três semanas de evolução) ou crônica<sup>(15)</sup>.

Quanto ao tipo, elas podem ser classificadas em lesões causadas por fatores extrínsecos ou intrínsecos. Fatores extrínsecos agrupam as lesões que ocorrem por meio de um fator externo; as contusões são o melhor exemplo. Fatores intrínsecos agrupam as disfunções musculares, os estiramentos e as rupturas<sup>(13,16)</sup>.

As contusões musculares são causadas através do trauma de um objeto sobre o grupo muscular. Deve-se levar em consideração a biomecânica do trauma para avaliar as possíveis lesões. Por ser um trauma, tanto a pele quanto as camadas mais profundas até a musculatura poderão sofrer graus variados de lesões<sup>(13,16)</sup>.

Como exemplo das disfunções musculares temos as câibras, a fadiga muscular e a síndrome compartimental. Lesões que não afetam, a princípio, a estrutura das fibras musculares. As câibras são uma súbita contração involuntária da musculatura causando graus variáveis de dor. São várias as teorias que tentam explicar as causas desta alteração: desidratação, diminuição do sódio e/ou do potássio sérico, excitabilidade neuronal etc. A prevenção desta afecção com alongamentos, reforço muscular e correção do desequilíbrio muscular tem trazido bons resultados<sup>(16)</sup>.

O'Donoghue<sup>(17)</sup> classificou as lesões quanto à sua gravidade em três tipos. Tipo I (estiramento) – afeta poucas fibras (< 5%); causada por alongamento excessivo das fibras musculares; causa dor à contração (contra a resistência) e ao alongamento passivo; apresenta edema pequeno e danos mínimos ao tecido, pequena hemorragia ou ausente e não há perda da função. Tipo II (ruptura parcial) – entre 5 e 50% do músculo afetado; causada, na maioria das vezes, por uma contração máxima (por falta de coordenação entre agonistas e antagonistas); tem por

sintomatologia edema, dor que piora contra a resistência, hemorragia moderada e função limitada pela dor. Tipo III (ruptura total) – ruptura completa das fibras musculares; presença de defeito visível ou palpável; grande edema e hemorragia; perda completa da função<sup>(13,16)</sup>.

## FISIOLOGIA DA LESÃO

As alterações biológicas que ocorrem na musculatura após uma lesão segue sempre um mesmo padrão, independente do tipo de lesão sofrida<sup>(12)</sup>. Estas alterações podem ser didaticamente divididas em três etapas: destruição, reparo e remodelamento.

A fase de destruição é caracterizada pela ruptura e necrose das fibras musculares, que se segue à formação de um hematoma entre os cotos musculares rompidos e a reação de células inflamatórias<sup>(12,13)</sup>.

A lesão muscular causada por uma contusão varia se há ou não contração muscular durante o trauma. Com o músculo relaxado, existe uma lesão de mais camadas musculares, uma vez que a força é transmitida até o osso pelas camadas musculares. Em um músculo contraído, a lesão é superficial, pois a energia é absorvida pela musculatura e não atravessa todas as camadas<sup>(12,18)</sup>.

Uma contusão normalmente afeta o ventre muscular; uma lesão tipo estiramento afeta normalmente a junção miotendínea<sup>(12,13)</sup>.

No mesmo momento em que há lesão das células musculares, há também ruptura de capilares que liberam células inflamatórias no local da lesão. Esta reação é amplificada pela liberação de citocinas e interleucinas originadas dos miócitos lesionados através de seus macrófagos e fibroblastos.

Uma vez que a fase de destruição tenha diminuído, a reparação efetiva do músculo lesado inicia-se com dois processos concomitantes: a regeneração das fibras musculares interrompidas e a formação de uma cicatriz de tecido conjuntivo.

Um conjunto de células indiferenciadas de reserva, chamado de células satélites, são alocadas por debaixo da lâmina basal de cada fibra muscular durante o desenvolvimento fetal. Em resposta a ferimento, estas primeiras células proliferam e, então, diferenciam-se em mioblastos<sup>(12,16)</sup>.

Tem sido demonstrado que a capacidade regenerativa do músculo esquelético em resposta à lesão é significativamente reduzida com a idade. Essa diminuição da capacidade, aparentemente, não é atribuível a uma diminuição do número ou atividade das células satélites, mas sim a uma redução geral na capacidade regenerativa do músculo envelhecido, como cada fase do processo

de reparo parece abrandar e se deteriorar com a idade.

Dentro do primeiro dia, as células inflamatórias, incluindo fagócitos, invadem o hematoma e começam a eliminar o hematoma. Fibrina derivados do sangue e fibronectina ligação transversal para formar tecido de granulação precoce, que age como um andaime e local de ancoragem dos invasores fibroblastos.

A cicatriz de tecido conjuntivo produzida no local da lesão é o ponto mais fraco do músculo esquelético lesionado logo após o trauma, mas a sua tensão aumenta consideravelmente a força com a produção do colágeno tipo I. Aproximadamente 10 dias após o trauma, o amadurecimento da cicatriz atingiu o ponto em que já não é o elo mais fraco do músculo lesado, mas sim, se carregado até a falha, a ruptura ocorre geralmente dentro do tecido muscular adjacente a ligação recém-formada<sup>(12)</sup>.

Embora a grande maioria das lesões no músculo esquelético cure sem formação de cicatriz fibrosa funcionalmente incapacitante, a proliferação dos fibroblastos pode, às vezes, ser excessiva, resultando na formação de um tecido cicatricial denso dentro do músculo lesado. Em tais casos, geralmente associada a trauma muscular grave ou rerrupturas, a cicatriz pode criar uma barreira mecânica que atrasa consideravelmente ou mesmo restringe completamente a regeneração de fibras musculares do outro lado da lesão.

A restauração do suprimento vascular à área lesada é o primeiro sinal de regeneração e um pré-requisito para a recuperação morfológica e funcional posterior dos músculos feridos<sup>(18)</sup>.

## DIAGNÓSTICO

O diagnóstico precoce e o prognóstico, com relação à lesão, são informações valiosas que devem ser repassadas ao departamento médico, ao clube e ao atleta, pois podem inviabilizar treinamentos e competições gerando também custos extras<sup>(16)</sup>.

Lesões musculares correspondem à maior porcentagem de lesões, 47% no último levantamento da CNMF (Comissão Nacional de Médicos do Futebol/CBF), de dois campeonatos brasileiros consecutivos<sup>(19)</sup>. Deve-se levar em consideração, no entanto, o período em que o atleta estará ausente do treinamento e das competições e do impacto econômico ao clube, psicológico no atleta e na equipe<sup>(13,20)</sup>.

O quadro clínico mais evidente é a dor, surge como o primeiro sinal e tende a diminuir com o passar do tempo. Pode ocorrer espontaneamente, à palpação do local, à contração ou ao alongamento da musculatura afetada<sup>(13,15)</sup>.

Como exames auxiliares, podemos lançar mão de radiografias, ultrassonografias, ressonância nuclear magnética (RNM) e tomografia computadorizada<sup>(6,13)</sup>.

A radiografia permite a visualização de arrancamentos ósseos e alterações no subcutâneo, como edema de partes moles e calcificações<sup>(13)</sup>.

A ultrassonografia, de preferência realizada por um radiologista com experiência na avaliação musculoesquelética, pode avaliar, em tempo real, tendões, músculos e partes moles; consegue, também, detectar a presença de coleções líquidas e pode nos guiar durante uma punção<sup>(13)</sup>.

A TAC foi mais utilizada no passado para visualização de lesões ósseas e a presença de calcificações; no entanto, tem sido substituída pela RNM na avaliação de partes moles. Esta permite uma avaliação com maiores detalhes da lesão e é mais sensível às variações causadas pelo processo inflamatório<sup>(21)</sup>.

## TRATAMENTO

No primeiro momento após a lesão, o dever do médico é evitar o aumento dela, seja através de exercícios indevidos, seja pela propagação da resposta inflamatória. Para isso, as 24 horas subsequentes à lesão são fundamentais<sup>(13,15)</sup>.

Os esforços devem ser direcionados para diminuir o sangramento no local da lesão. Para isso, utiliza-se o protocolo PRICE (*Protection* - proteção do local; *Rest*-descanso; *Ice* - gelo; *Compression* - compressão; e *Elevation* - elevação). Neste momento, deve-se realizar uma importante analgesia, favorecendo o conforto do atleta<sup>(13)</sup>.

Alguns estudos demonstram que a utilização de anti-inflamatórios não é tão eficaz quanto a de analgésicos na lesão muscular. Demonstram ainda que estes podem ter uma valia a curto prazo, porém interferem no processo cicatricial, podendo haver diminuição da função muscular<sup>(4,22)</sup>.

Na primeira fase do tratamento deve-se evitar a mobilização do membro afetado. A mobilização precoce pode causar um aumento no tecido cicatricial, dificultando a passagem dos capilares<sup>(23)</sup>. Pode-se lançar mão de *braces* para manter a imobilização, no entanto, ela não deve ser prolongada, podendo causar rigidez articular e hipotonia muscular<sup>(13)</sup>.

Após três a quatro dias, deve-se iniciar a mobilização, sempre de maneira passiva e após alongamento suave e aquecimento da musculatura. Esta mobilização precoce irá favorecer o crescimento de vasos capilares, melhor regeneração e organização das células musculares<sup>(12)</sup>. Devem ser iniciados exercícios isométricos, até

mesmo sem carga. A partir do momento em que estes exercícios forem realizados sem dor, poder-se-á iniciar os exercícios isométricos<sup>(12,13)</sup>.

Uma vez que o paciente seja capaz de alongar a musculatura afetada tanto quanto o lado contralateral e possa realizar exercícios básicos sem dor, então ele, ou ela, poderá iniciar o treinamento direcionado para sua modalidade específica, na qual podemos utilizar o trabalho específico com o isocinético para acelerar a recuperação<sup>(12)</sup>.

A cirurgia está indicada para rupturas completas dos tendões, como as dos gastrocnêmios, ou para arrancamentos. Menetrey *et al*<sup>(24)</sup> demonstraram, em modelos animais, o benefício da cirurgia precoce fazendo com que haja menor tecido cicatricial e uma resposta funcional mais rápida da musculatura lesada.

Novas terapêuticas estão sendo estudadas. Dentre elas, cita-se a câmara hiperbárica, fatores de crescimento, terapia gênica e antifibrinolíticos.

Câmara hiperbárica é um tratamento reconhecido para afecções como doença do mergulhador e envenenamento por monóxido de carbono. Atualmente, tem-se utilizado esta terapêutica na tentativa de auxiliar a recuperação da lesão muscular através da redução da resposta inflamatória e do aumento na produção de colágeno. Bennett *et al*<sup>(25)</sup> não conseguiram demonstrar a sua funcionalidade em um estudo sobre lesões musculares. Alguns outros estudos demonstram uma leve melhora na regeneração muscular, todos, porém, sem significância estatística<sup>(26,27)</sup>.

Fatores de crescimento são proteínas liberadas no local da lesão. Elas têm várias funções, como: quimiotaxia, diferenciação celular, angiogêneses, estimulam a secreção de proteínas e o crescimento nas células do músculo esquelético. Entretanto, além do potencial mitogênico, eles também podem produzir efeitos colaterais, como a inibição da multiplicação e diferenciação das células<sup>(11,18)</sup>.

O fator de crescimento de transformação beta (TGF- $\beta$  1) é uma das principais citocinas envolvidas na regulação da formação e degradação de matriz extracelular e, portanto, dos processos fibróticos. O uso de agentes antifibrinolíticos que inibem esta molécula pode levar a uma menor fibrose e a uma melhor cicatrização muscular. Agentes como o *suramin* estão sendo investigados e têm tido resultados promissores em estudos *in vitro*<sup>(28)</sup>.

## COMPLICAÇÕES

A maioria das complicações relacionadas à lesão muscular tem origem no hematoma da lesão, podendo este aumentar de tamanho e causar uma síndrome compartimental ou evoluir para um hematoma encapsulado.

Caso o paciente tenha alguma infecção em outro sítio, pode haver contaminação e supuração, havendo então indicação de drenagem cirúrgica<sup>(29)</sup>.

Pode haver ruptura ou afrouxamento da fascia muscular, possibilitando o extravasamento de parte do ventre muscular pela abertura da fascia, causando dor e alteração da função<sup>(3,30)</sup>.

## PREVENÇÃO

Algumas atividades tidas como verdadeiras, tais como a redução de lesões com alongamentos antes e depois da atividade física, têm tido sua validade contestada em recentes estudos<sup>(31)</sup>.

O fortalecimento da musculatura dos adutores e da musculatura dos isquiotibiais ajudou a reduzir o número de lesões em atletas<sup>(32,33)</sup>. A assimetria de força muscular é responsável por lesões musculares. Estudos

que trabalharam o balanço muscular demonstraram uma diminuição no índice de novas lesões<sup>(34)</sup>.

Aquecimento ativo e passivo da musculatura antes do treinamento e da competição tem sido difundido como uma estratégia de prevenção de lesão; no entanto, há poucas evidências que demonstrem a redução de lesões musculares<sup>(6,35)</sup>.

O fortalecimento da musculatura isquiotibial demonstrou redução na incidência de lesões deste grupo muscular<sup>(6,36,37)</sup>.

## CONCLUSÃO

A lesão muscular continua sendo um tema com várias controvérsias. Novos tratamentos estão sendo pesquisados e desenvolvidos. A prevenção com fortalecimento muscular, alongamento e equilíbrio muscular continua sendo o melhor “tratamento”.

## REFERÊNCIAS

- Bass AL. Injuries of the leg in football and ballet. *Proc R Soc Med.* 1967;60(6):527-30.
- Pardini AG, Souza JMG. Clínica ortopédica: traumatologia do esporte. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2004.
- Lopes AS, Kattan R, Costas S, Moura CE, Lopes RS. Diagnóstico e tratamento das contusões musculares. *Rev Bras Ortop.* 1994;29(10):714-22.
- Warren GL, Summan M, Gao X, Chapman R, Hulderman T, Simeonova PP. Mechanisms of skeletal muscle injury and repair revealed by gene expression studies in mouse models. *J Physiol.* 2007;582(Pt 2):825-41.
- Rahusen FT, Weinhold PS, Almekinders LC. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and acetaminophen in the treatment of an acute muscle injury. *Am J Sports Med.* 2004;32(8):1856-9.
- Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* 2006;34(8):1297-306.
- Laurino CFS, Lopes AD, Mano KS, Cohen M, Abdalla RJ. Lesões músculo-esqueléticas no atletismo. *Rev Bras Ortop.* 2000;35(9):364-8.
- Hollman W, Hettlinger T. Medicina do esporte. Tradução de Maurício Leal Rocha. 4a. ed. São Paulo: Manole; 2005.
- Spent LF, Martin AD, Drinkwater DT. Muscle mass of competitive male athletes. *J Sports Sci.* 1993;11(1):3-8.
- 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.
- Huard J, Li Y, Fu FH. Muscle injuries and repair: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(5):822-32.
- Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005;33(5):745-64.
- Brukner P, Khan K. *Clinical Sports Medicine.* 3rd ed., Australia: McGraw-Hill; 2006.
- Malliaropoulos N, Isinkaye T, Tsisas K, Maffulli N. Reinjury after acute posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39(2):304-10.
- Carazzato JG. Lesões musculotendíneas e seu tratamento. *Rev Bras Ortop.* 1994;29(10):723-8.
- Lopes AS, Kattan R, Costa S. Estudo clínico e classificação das lesões musculares. *Rev Bras Ortop.* 1993;28(10):707-17.
- O'Donoghue DO. *Treatment of injuries to athletes.* Philadelphia: Saunders 1894. p. 51-6.
- Fernandes TL, Pedrinelli A. Entendendo as bases da lesão muscular. *Rev Bras Med.* 2011;68(edição especial):17-23.
- Pritchett JW. High cost of high school football injuries. *Am J Sports Med.* 1980;8(3):197-9.
- Crisco JJ, Jokl P, Heinen GT, Connell MD, Panjabi MM. A muscle contusion injury model. Biomechanics, physiology, and histology. *Am J Sports Med.* 1994;22(5):702-10.
- Speer KP, Lohnes J, Garrett WE Jr. Radiographic imaging of muscle strain injury. *Am J Sports Med.* 1993;21(1):89-95.
- 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.
- Järvinen M. Healing of a crush injury in rat striated muscle. 2. a histological study of the effect of early mobilization and immobilization on the repair processes. *Acta Pathol Microbiol Scand A.* 1975;83(3):269-82.
- Menetrey J, Kasemkijwattana C, Fu FH, Moreland MS, Huard J. Suturing versus immobilization of a muscle laceration. A morphological and functional study in a mouse model. *Am J Sports Med.* 1999;27(2):222-9.
- Bennett MH, Best TM, Babul-Wellar S, Taunton JE, Lepawsky M. Hyperbaric oxygen therapy for delayed onset muscle soreness and closed soft tissue injury. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;(4):CD004713.
- Babul S, Rhodes EC, Taunton JE, Lepawsky M. Effects of intermittent exposure to hyperbaric oxygen for the treatment of an acute soft tissue injury. *Clin J Sport Med.* 2003;13(3):138-47.
- Borromeo CN, Ryan JL, Marchetto PA, Peterson R, Bove AA. Hyperbaric oxygen therapy for acute ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1997;25(5):619-25.
- Chan YS, Li Y, Foster W, Fu FH, Huard J. The use of suramin, an antifibrotic agent, to improve muscle recovery after strain injury. *Am J Sports Med.* 2005;33(1):43-51.
- Tapiero B, Riss I, Dominguez M, Le Rebeller MJ. [A case of organized hematoma of the upper right muscle caused by contusion]. *Bull Soc Ophthalmol Fr.* 1989;89(10):1185-8.
- Saartok T. Muscle injuries associated with soccer. *Clin Sports Med.* 1998;17(4):811-7.
- Cohen M, Abdalla R. Lesões nos Esportes – diagnóstico, prevenção, tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.
- Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 2002 Aug 31;325(7362):468.
- Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, Donnell S, McHugh MP. The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med.* 2002;30(5):680-3.
- Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002;30(2):199-203.
- Asking C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(4):244-50.
- Kujala UM, Orava S, Järvinen M. Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sports Med.* 1997;23(6):397-404.
- Safran MR, Seaber AV, Garrett WE Jr. Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports Med.* 1989;8(4):239-49.