

# Lesões musculares em militares na prática esportiva: prevenção e tratamento

1º Ten Al Tatiane de Souza Pinto<sup>1\*</sup>, Christianne Martins Corrêa da Silva Bahia

\*e-mail: [tatianeurologia@gmail.com](mailto:tatianeurologia@gmail.com), <sup>1</sup>Escola de Saúde do Exército (EsSEEx), Rio de Janeiro, RJ.

## RESUMO

Os militares exercem várias atividades físicas e mentais com potenciais riscos à saúde. As miopatias relacionadas ao exercício são muito comuns na prática esportiva, sendo estas causadas, principalmente, por contusões e excessivas forças musculares, tornando-se necessária e essencial o conhecimento sobre essas lesões com o intuito de melhorar o processo de regeneração muscular e medidas preventivas. Avaliar aspectos clínicos, laboratoriais, terapêuticos e preventivos da miopatia induzida pelo exercício. Revisão bibliográfica contemplando artigos indexados nas bases de dados eletrônicas da *U.S. National Library of Medicine and the National Institutes of Health* (PubMed) e da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando referências da Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Além disso, procedeu-se uma avaliação das referências bibliográficas dos artigos selecionados, para identificar outros estudos potencialmente relevantes. Os descritores foram obtidos junto ao DeCS e MeSH (Descritores em Ciências da Saúde e *Medical Subject Headings*, respectivamente), sendo a seleção dos estudos restrita a artigos em humanos. As enzimas creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) apresentam-se como marcadores de lesão muscular úteis para a avaliação da intensidade do exercício. Na fase aguda, o tratamento imediato para a lesão do músculo esquelético é conhecido como princípio PRICE (Proteção, Repouso, Gelo, Compressão e Elevação). O tratamento pós-fase aguda consiste em fisioterapia e em treinamentos musculares específicos. A ingestão nutricional ótima pré e pós- exercício é importante para ajudar na reparação e recondicionamento dos danos musculares. A decisão do retorno ao treino específico após lesão deve ser baseada na habilidade de alongar o músculo lesionado tanto quanto o lado contralateral sadio, e ausência da dor no músculo lesionado em movimentos básicos.

**Palavras Chave:** lesão muscular, lesão muscular induzida pelo exercício, creatina quinase, regeneração muscular.

## ABSTRACT

The military carries out various physical and mental activities with potential health risks. Exercise-related myopathies are very common in sports practice, and these are mainly caused by bruises and excessive muscle forces, making it necessary and essential to know about these injuries in order to improve the muscle regeneration process and preventive measures. Objectives: To evaluate clinical, laboratory, therapeutic and preventive aspects of exercise-induced myopathy. A bibliographic review of articles indexed in the electronic databases of the National Library of Medicine and the National Institutes of Health (PubMed) and the Virtual Health Library (VHL), using references from Latin American and Caribbean Literature Health (LILACS). In addition, an evaluation of the bibliographic references of the selected articles was carried out to identify other potentially relevant studies. The descriptors were obtained from the DeCS and MeSH (Descriptors in Health Sciences and Medical Subject Headings, respectively), and the selection of studies was restricted to articles in humans. The enzymes creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) are useful as muscle injury markers for the evaluation of exercise intensity. In the acute phase, immediate treatment for skeletal muscle injury is known as the PRICE (Protection, Rest, Ice, Compression and Elevation) principle. The post-acute treatment consists of physiotherapy and specific muscle training. The optimal nutritional intake pre and post exercise is important to assist in the repair and reconditioning of muscle damage. The decision to return to specific training after injury should be based on the ability to stretch the injured muscle as much as the contralateral healthy side, and absence of pain in the injured muscle in basic movements.

**Keywords:** Muscle injury, Exercise-induced muscle injury, Creatine kinase, Muscle regeneration.

## INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos proporciona inúmeros benefícios a quem realiza, tanto para a saúde quanto para a estética. Estas mudanças, na mente e no corpo, podem melhorar a ansiedade, depressão, autoconfiança, assim como o humor. Entretanto, a busca incessante por alto rendimento físico e pela beleza corporal pode levar a lesões musculares (CLEBIS *et al.*; 2001).

As lesões musculares são a causa mais frequente de incapacidade física na prática esportiva. Estima-se que 30 a 50% de todas as lesões associadas ao esporte são causadas por lesões de tecidos moles. A miopatia induzida pelo exercício é uma entidade clínica comum, porém muitas vezes negligenciada ou subestimada pela população e até mesmo por profissionais de saúde e educação física. Os seus sintomas típicos incluem fraqueza muscular, dor muscular e até mesmo, incapacidade funcional (FERNANDES *et al.*, 2011).

As lesões musculoesqueléticas que acometem militares correspondem, principalmente, às lesões inflamatórias devido ao uso excessivo, transtornos articulares, fraturas por estresse, micro traumas, lesões musculares e tendíneas. Tais lesões estão relacionadas também ao treinamento e condicionamento físico militar inadequado, características morfo-antropométricas, lesões progressivas, imprudência tanto do preparador físico, quanto do praticante. Os segmentos mais acometidos são: ombro, coluna lombar, mão, punho, musculatura da coxa, panturrilha, perna, joelho, tornozelo e pé (COLOMBO *et al.*, 2011).

O treinamento físico militar (TFM) livre é uma atividade física programada para ser realizada diariamente e serve como preparação física para o teste de aptidão física (TAF), contudo o tempo dedicado à prática física permanece a critério do militar. O grau da lesão está associado ao tipo de treinamento militar, em específico, o TFM e TFM (livre). Deste modo, existem duas vertentes que podem estar relacionadas ao aumento de lesões neste período: tempo excessivo de exposição à atividade física e falta de condicionamento físico. Indivíduos com deficiência no condicionamento físico podem apresentar prejuízos no desempenho esportivo, qualidade de vida e agravar os fatores de risco de diversas lesões musculoesqueléticas, de tal modo que isto gere uma sobrecarga no sistema musculoesquelético (COLOMBO *et al.*, 2011).

No âmbito esportivo a incidência de lesões é proporcional ao tempo de exposição a uma prática esportiva, portanto, quanto mais se pratica determinado esporte maior é a probabilidade de o indivíduo apresentar lesões decorrentes ao esporte praticado. O tempo de recuperação entre uma atividade física e outra também influencia na predisposição às lesões. Verificou-se que a maioria dos militares que apresentaram lesões decorrentes ao TFM relatou um intervalo de recuperação inferior a 24 horas (COLOMBO *et al.*, 2011).

Os períodos de treinamentos são caracterizados por atividades intensas de preparação física e técnica. Como o TAF é um evento geralmente realizado a cada quatro meses e os períodos de lesões registrados antecedem a realização do TAF, pode-se inferir que a incidência de lesões está relacionada ao período de maior atividade física (COLOMBO *et al.*, 2011).

O condicionamento físico é fator preponderante para a eficiência do desempenho profissional do militar e a aptidão física é a base para suportar a sobrecarga exigida durante os estresses provocados pelas atividades de combates, visto que indivíduos aptos fisicamente se recuperam mais rapidamente de lesões, são mais resistentes a doenças e possui maiores níveis de autoconfiança e motivação (COLOMBO *et al.*, 2011).

O exercício físico causa alterações fisiológicas e bioquímicas, dentre elas as provocadas por microlesões no tecido muscular esquelético. Fatores como a intensidade, a duração e a frequência da atividade realizada contribuem para a ocorrência da injúria muscular, que pode prejudicar a função do músculo e, conseqüentemente desempenho de um atleta. Alguns estudos indicam um

quadro de diminuição do rendimento esportivo associado a lesões musculares partindo de micro traumas adaptativos da musculatura esquelética e articulações para um estágio de dano subclínico em atletas submetidos a exercícios intensos (ARAÚJO *et al.*, 2016; CLEBIS *et al.*; 2001; FERNANDES *et al.*, 2011).

Intervenções para atenuar os danos musculares e facilitar a recuperação são importantes para que o militar tenha um melhor desempenho em sessões de treinamento e permaneça fisicamente ativo. Com o acompanhamento de equipe multidisciplinar com profissionais de educação física, médicos e fisioterapeutas e com a definição do diagnóstico e tratamento dos pacientes com miopatia induzida pelo exercício, através da avaliação clínica e laboratorial, é possível definir e caracterizar a doença, facilitando o correto diagnóstico dessa entidade clínica e oferecendo o tratamento específico o mais precoce possível, na tentativa de evitar sequelas permanentes e principalmente, de traçar uma estratégia de profilaxia de lesão muscular (FERNANDES *et al.*, 2011).

## **METODOLOGIA**

A revisão bibliográfica consistiu em avaliar os aspectos clínicos, laboratoriais, terapêuticos e preventivos da miopatia induzida pelo exercício físico. Foram contemplados artigos indexados nas bases de dados eletrônicas da *U.S. National Library of Medicine and the National Institutes of Health* (PubMed) e da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando referências da Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Além disso, procedeu-se uma avaliação das referências bibliográficas dos artigos selecionados para identificar outros estudos potencialmente relevantes. Os descritores foram obtidos junto ao DeCS e MeSH (Descritores em Ciências da Saúde e *Medical Subject Headings*, respectivamente), sendo a seleção dos estudos restrita a artigos em humanos.

Os critérios para inclusão na pesquisa dos artigos foram a data de publicação, que foram dos últimos vinte anos, população adulta e abordagem da miopatia induzida pelo exercício em pelo menos uma vertente a seguir: clínico, laboratorial, terapêutico e preventivo.

Foram excluídos os artigos restritos a população pediátrica, aqueles publicados em outro idioma que não português, inglês ou espanhol e artigos que contemplavam mais de uma etiologia para a doença neuromuscular.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Anatomia e biomecânica**

As fibras musculares geralmente se originam em um osso ou tecido conectivo denso e se inserem a outro osso através de uma inserção tendínea. Há músculos que atravessam uma ou mais

articulações para gerar movimento. Os músculos com função tônica ou postural geralmente são uniarticulares, largos, planos, com velocidade de contração baixa e com capacidade de geração e manutenção de força contrátil grande. Geralmente estão localizados nos compartimentos mais profundos. Os músculos biarticulares têm velocidade de contração e capacidade para mudança de comprimento maiores, contudo, menor capacidade de suportar tensão. Geralmente estão localizados em compartimentos superficiais. Quanto à forma, os músculos fusiformes permitem uma maior amplitude de movimento, enquanto que os músculos penados têm maior força contrátil. O comprimento da fibra é um determinante importante da quantidade de contração possível no músculo. Como as fibras musculares geralmente apresentam distribuição oblíqua dentro de um ventre muscular, elas geralmente são menores do que o comprimento total do músculo (FERNANDES *et al.*, 2011).

### **Lesão muscular e rabdomiólise**

A miopatia induzida pelo exercício é uma doença induzida pela realização de exercícios físicos extenuantes e inabituais, limitada a algumas áreas do tecido muscular estriado esquelético (CLEBIS *et al.*; 2001; DUARTE *et al.*, 2001; LEHMANN *et al.*, 1998).

Condições de treino mal programadas, exercício muito violento, sobretudo o tipo excêntrico, podem resultar em necrose muscular e rabdomiólise. Existe, provavelmente, certo grau de rabdomiólise em todo o exercício físico exaustivo, de que são consequência as dores musculares, empastamento e dificuldade de locomoção nos dias subsequentes ao desenvolvimento da atividade (CLEBIS *et al.*; 2001; ROSA *et al.*, 2005; ROSSI *et al.*, 2009).

As lesões musculares podem ser causadas por contusões, estiramentos ou lacerações. Mais de 90% de todas as lesões relacionadas ao esporte são contusões ou estiramento. Já as lacerações musculares são as lesões menos frequentes no esporte. A força tênsil exercida sobre o músculo leva a um excessivo estiramento das miofibrilas e, conseqüentemente, a uma ruptura próxima à junção miotendínea. Os estiramentos musculares são tipicamente observados nos músculos superficiais que trabalham cruzando duas articulações, como os músculos reto femoral, semitendíneo e gastrocnêmio (FERNANDES *et al.*, 2011).

A atual classificação das lesões musculares separa as lesões entre leve, moderada e grave a partir dos aspectos clínicos revelados (CLEBIS *et al.*; 2001; FERNANDES *et al.*, 2011).

Estiramentos e contusões leves (grau I) representam uma lesão de apenas algumas fibras musculares com pequeno edema e desconforto, acompanhadas de nenhuma ou mínima perda de força e restrição de movimentos. Não é possível palpar-se qualquer defeito muscular durante a contração muscular. Apesar de a dor não causar incapacidade funcional significativa, a manutenção

do atleta em atividade não é recomendada devido ao grande risco de aumentar a extensão da lesão (CLEBIS *et al.*; 2001; FERNANDES *et al.*; 2011).

Estiramentos e contusões moderadas (grau II) provocam um dano maior ao músculo com evidente perda de função (habilidade para contrair). É possível palpar-se um pequeno defeito muscular, ou gap, no sítio da lesão, e ocorre a formação de um discreto hematoma local com eventual equimose dentro de dois a três dias. A evolução para a cicatrização costuma durar de duas a três semanas e, ao redor de um mês, o paciente pode retornar à atividade física de forma lenta e cuidadosa (CLEBIS *et al.*; 2001; FERNANDES *et al.*, 2011).

Uma lesão estendendo-se por toda a sessão transversa do músculo e resultando em virtualmente completa perda de função muscular e dor intensa é determinada como estiramento ou contusão grave (grau III). A falha na estrutura muscular é evidente, e a equimose costuma ser extensa, situando-se muitas vezes distante ao local da ruptura. O tempo de cicatrização desta lesão varia de quatro a seis semanas. Este tipo de lesão necessita de reabilitação intensa e por períodos longos de até três a quatro meses. O paciente pode permanecer com algum grau de dor por meses após a ocorrência e tratamento da lesão (CLEBIS *et al.*; 2001; FERNANDES *et al.*, 2011).

O tecido muscular pode ser danificado depois de prolongados e intensos treinos, como consequência de dois fatores: metabólico e mecânico. As lesões também podem ser classificadas em diretas e em indiretas. As lesões musculares classificadas como diretas são mais comuns em esportes de contato, sendo lesões por esmagamento, ataques diretos e exercícios físicos extenuantes as causas mais frequentes. As lesões indiretas ocorrem principalmente em esportes individuais com grande exigência de potência muscular. Distúrbios no metabolismo de carboidratos ou de uma demanda metabólica aumentada resultam em um estado hipermetabólico e podem levar a uma redução na disponibilidade de ATP e de um comprometimento da Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase nas células musculares. Isso resulta em diminuição da resistência da membrana interna aumentando o influxo excessivo de íons cálcio que promovem a ativação de proteases intracelulares (LEHMANN *et al.*, 1998; TEE *et al.*, 2007).

A rabdomiólise é uma síndrome clínico-laboratorial que afeta a musculatura estriada esquelética, cursando com necrose e apresenta um amplo espectro de sintomas clínicos e achados laboratoriais. Decorre, basicamente, da lesão das células musculares, com liberação do conteúdo citoplasmático para a corrente sanguínea e devido a essa situação gerar complicações com alto potencial de morbimortalidade, como insuficiência renal aguda. O diagnóstico, baseado em suspeita clínica e em achados laboratoriais, deve ser feito o mais precocemente possível, para buscar a redução das complicações inerentes à síndrome (LEHMANN *et al.*, 1998; ROSSI *et al.*, 2009).

A descrição histórica de rabdomiólise data de 1941, quando, durante a II Guerra Mundial, quatro casos de soldados com lesão muscular secundária a esmagamento de membros foram

descritos. No relato histórico, todos os pacientes apresentaram insuficiência renal aguda e óbito durante a primeira semana. Nos anos subsequentes, iniciaram-se os relatos apresentando várias condições desencadeadoras de rabdomiólise. A lista é extensa e pode ser agrupada em dez categorias básicas acarretadas: por traumas, por atividade muscular excessiva, por alterações da temperatura corporal, por oclusão ou hipoperfusão dos vasos musculares, por tóxicos, por fármacos, por alterações eletrolíticas e endócrinas, por infecções, por doenças inflamatórias e por miopatias metabólicas. Causas importantes de rabdomiólise devem ser expostas como a *crush syndrome* associada à compressão muscular traumática prolongada e lesão de reperfusão, que se manifesta no contexto de desastres, como terremotos e acidentes aéreos. Também de origem traumático-mecânica, temos cirurgias com posições específicas prolongadas, como, por exemplo, rabdomiólise após cirurgia bariátrica, doenças ortopédicas, coma prolongado. Outras causas de rabdomiólise que merecem destaque são o uso de estatinas para tratamento da doença cardiovascular, em especial a dislipidemia, o abuso de drogas, em particular o álcool, sepse, hipertermia, anormalidades eletrolíticas, miopatias, entre outras (ROSSI *et al.*, 2009).

## **Diagnóstico**

O diagnóstico é estruturado em história clínica detalhada, seguida por um exame físico com a inspeção e palpação dos músculos envolvidos, assim como os testes de função com e sem resistência externa e alterações laboratoriais compatíveis, sendo recomendada a vigilância permanente para sintomas e sinais como mialgias, fraqueza, evidente edema ou uma equimose distal à lesão e urina escura, pois o manejo precoce é essencial para o prognóstico (FERNANDES *et al.*, 2011; ROSSI *et al.*, 2009; VAHHOLDER *et al.*, 2000).

Estudos apontam que o estresse mecânico e o estresse metabólico são considerados os fatores iniciais mais importantes que levam a lesão muscular induzida pelo exercício. A lesão muscular induzida pelo exercício é sucedida por alterações bioquímicas na corrente sanguínea que podem ser detectadas por medição de atividades enzimáticas musculares, tais como os níveis de creatinoquinase (CK) e de lactato desidrogenase (LDH) no soro. Após a ruptura de membranas celulares do músculo esquelético causado pela lesão, estas proteínas extravasam para a corrente sanguínea, onde o dano muscular pode ser avaliado indiretamente por intermédio da análise das concentrações séricas destes marcadores bioquímicos (ARAUJO *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2011; LEHMANN *et al.*, 1998).

A CK é uma enzima que catalisa a fosforilação reversível de creatina para fosfocreatina e da adenosina difosfato (ADP) para adenosina trifosfato (ATP) e tem sido um dos marcadores de dano muscular mais utilizados pela comunidade científica, sendo ainda empregada como um indicador de intensidade do treinamento físico. Entretanto, a existência de três isoformas de CK, presentes em

grandes sítios de liberação, dificulta a utilização dessa enzima isoladamente como marcador. Assim, é necessária a análise de outros parâmetros em conjunto, como a concentração de LDH, para a obtenção de maior acurácia nos estudos. A LDH é uma enzima tetramérica que participa da conversão reversível de piruvato em lactato dependente de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD<sup>+</sup>), estando diretamente associada ao metabolismo glicolítico. O extravasamento da LDH para a circulação acontece quando o processo de lesão inicia nas células musculares, servindo a monitoração da concentração desta enzima para indicar a existência de danos teciduais agudos e crônicos. Assim, o estudo da LDH tem aplicação direta no entendimento do metabolismo durante o exercício, especialmente quando analisado em conjunto com a CK (ARAUJO *et al.*, 2016; LEHMANN *et al.*, 1998).

A LDH tem sido outra enzima utilizada como ferramenta para o monitoramento da lesão muscular induzida pelo exercício intenso. A cinética de aparecimento da LDH no plasma sanguíneo é mais veloz do que ocorre com a CK, a despeito da concentração daquela enzima, que apresenta valores absolutos inferiores aos da creatinoquinase. As elevações na atividade da LDH observadas neste estudo estão de acordo com esses parâmetros sendo observadas ao final do exercício, bem como uma hora depois do encerramento da corrida. Esse incremento nas concentrações de LDH, ocorridos em T2 e T3, apresentou diferença significativa quando confrontado com a coleta em repouso (T1) (ARAUJO *et al.*, 2016; LEHMANN *et al.*, 1998).

A elevação de creatinoquinase (CK) e o aparecimento de mioglobina no plasma e na urina, assim como a hipercalemia, a hiperfosfatemia, a hiperuricemia são as principais alterações laboratoriais da destruição muscular. A CK é o principal marcador da rabdomiólise, sendo altamente sensível, mas não específico. De fato, não há consenso sobre os níveis de elevação de CK na rabdomiólise, e sua correlação com doença clinicamente relevante não é clara. A elevação da CK atinge seu pico em, aproximadamente, 24 a 36 horas da injúria e decresce aproximadamente 40% por dia, mas pode ter meia vida de 42 horas (LEHMANN *et al.*, 1998; ROSA *et al.*, 2005; ROSSI *et al.*, 2009; VAHHOLDER *et al.*, 2000).

Pequenos hematomas superficiais e aqueles que são profundos podem ser de difícil identificação. Exames de imagem como ultrassom, tomografia computadorizada e ressonância magnética provêm informações úteis para se verificar e determinar a lesão com maior precisão. A ultrassonografia é tradicionalmente considerada o método de escolha para o diagnóstico da lesão muscular, visto que é um método de imagem relativamente barato e que possibilita avaliar dinamicamente a contração e rotura muscular. Possui a desvantagem de ser examinador-dependente (FERNANDES *et al.*, 2011).

A ressonância magnética substitui a ultrassonografia na avaliação de muitas doenças musculoesqueléticas. Possui boa sensibilidade para edemas, cálculo do tamanho do hematoma e

avaliação de desinserções musculotendíneas. Contudo, assim como a tomografia, é um exame estático (FERNANDES *et al.*, 2011).

## **Tratamento**

O conhecimento de alguns princípios básicos da regeneração e dos mecanismos de reparo do músculo esquelético pode ajudar a evitar perigos iminentes e acelerar o retorno ao esporte (FERNANDES *et al.*, 2011).

Apesar do tratamento não cirúrgico resultar em bom prognóstico na maioria dos atletas com lesão muscular, as consequências da falha do tratamento podem ser dramáticas, postergando o retorno à atividade física por semanas ou até mesmo meses (FERNANDES *et al.*, 2011).

A mobilização precoce induz a um aumento da vascularização local na área da lesão, melhor regeneração das fibras musculares e melhor paralelismo entre a orientação das miofibrilas regeneradas em comparação à restrição do movimento. Contudo, re-rupturas no sítio original do trauma são comuns se a mobilização ativa se iniciar imediatamente após a lesão (FERNANDES *et al.*, 2011).

Um curto período de imobilização com enfaixamento adesivo firme ou similar é recomendado. Este período de repouso permite que o tecido cicatricial conecte novamente à falha muscular (FERNANDES *et al.*, 2011).

O paciente deve utilizar um par de muletas para as lesões musculares mais graves dos membros inferiores, principalmente nos três a sete dias iniciais (FERNANDES *et al.*, 2011).

Na fase aguda, o tratamento imediato para a lesão do músculo esquelético ou qualquer tecido de partes moles é conhecido como princípio PRICE (Proteção, Repouso, Gelo ou Ice, Compressão e Elevação). A justificativa do uso do princípio PRICE é por ele ser muito prático, visto que as cinco medidas clamam por minimizar o sangramento do sítio da lesão (FERNANDES *et al.*, 2009).

Colocando-se o membro lesionado em repouso logo após o trauma, previne-se uma retração muscular tardia ou formação de um gap muscular maior por se reduzir o tamanho do hematoma e, subsequentemente, o tamanho do tecido conectivo cicatricial. Com relação ao uso do gelo, mostrou-se que o uso precoce de crioterapia está associado a um hematoma significativamente menor no gap das fibras musculares rompidas, menor inflamação e regeneração acelerada (FERNANDES *et al.*, 2011).

De acordo com os conhecimentos atuais, é recomendada a combinação do uso de gelo e compressão por turnos de 15 a 20 minutos, repetidos entre intervalos de 30 a 60 minutos, visto que este tipo de protocolo resulta em 3° a 7°C de decaimento da temperatura intramuscular e a 50% de redução do fluxo sanguíneo intramuscular (FERNANDES *et al.*, 2011).

Finalmente, a elevação do membro acima do nível do coração resulta na diminuição da pressão hidrostática, reduzindo o acúmulo de líquido no espaço intersticial (FERNANDES *et al.*, 2011).

O tratamento medicamentoso na fase aguda inclui o uso de medicamentos antiinflamatórios não hormonais (AINH) ou glicocorticoides no tratamento de lesões musculares. A utilização de AINH no tratamento da necrose in situ, o tipo mais leve de lesão muscular, em curto prazo, resulta em uma melhora transitória na recuperação da miopatia induzida pelo exercício, diminuindo a reação inflamatória celular, sem efeitos colaterais no processo de cicatrização, na força tênsil ou na habilidade de contração muscular. Além disso, os AINH não retardam as habilidades ativadas pelas células satélites em se proliferar ou a formação dos miotúbulos. Contudo, o uso crônico parece ser prejudicial no modelo de contração excêntrica nas lesões por estiramento (FERNANDES *et al.*, 2011).

Com relação ao uso de glicocorticoides, foram reportados atrasos na eliminação do hematoma e tecido necrótico, retardo no processo de regeneração e redução da força biomecânica do músculo lesionado (FERNANDES *et al.*, 2011).

Os princípios do tratamento da rabdomiólise são baseados na hidratação, indução de diurese e alcalinização da urina com bicarbonato de sódio. A hidratação aumenta a perfusão renal, minimiza a injúria por isquemia e aumenta o fluxo urinário para tentar eliminar os cilindros hemáticos que estão obstruindo os túbulos renais. Isso promove a depuração e os efeitos tóxicos da mioglobina (FERNANDES *et al.*, 2011).

O tratamento pós-fase aguda consiste em fisioterapia e em treinamentos musculares específicos (FERNANDES *et al.*, 2011).

O treinamento isométrico (contração muscular em que o comprimento do músculo se mantém constante e a tensão muda) pode ser iniciado sem o uso de pesos e posteriormente com o acréscimo deles. Especial atenção deve ser tomada para garantir que todos os exercícios isométricos sejam realizados sem dor (FERNANDES *et al.*, 2011).

O treinamento isotônico (contração muscular em que o tamanho do músculo muda e a tensão se mantém) pode ser iniciado quando o treino isométrico for realizado sem dor com cargas resistidas (FERNANDES *et al.*, 2011).

O exercício isocinético com carga mínima pode ser iniciado uma vez que os dois exercícios anteriores sejam realizados sem dor (FERNANDES *et al.*, 2011).

A aplicação local de calor ou “terapia de contraste” (quente e frio) pode ser de valor, acompanhado de cuidadoso alongamento passivo e ativo do músculo afetado. Ressalta-se que qualquer atividade de reabilitação deve ser iniciada com o aquecimento adequado do músculo lesionado (FERNANDES *et al.*, 2011).

Outra razão para o alongamento é distender o tecido cicatricial maduro durante a fase em que ele ainda é plástico. Alongamentos da cicatriz sem dor podem ser adquiridos por estiramentos graduais, começando com turnos de 10 a 15 segundos e, então, progredindo para períodos de até um minuto (FERNANDES *et al.*, 2011).

Contudo, se os sintomas causados pela lesão não melhorarem entre três e cinco dias após o trauma, deve-se considerar a possibilidade da existência de um hematoma intramuscular ou um tecido lesionado extenso que necessitará de atenção especial. A punção ou aspiração do hematoma pode ser necessária (FERNANDES *et al.*, 2011).

O ultrassom terapêutico é difusamente recomendado e utilizado no tratamento da lesão muscular, embora exista vaga evidência científica de sua efetividade (FERNANDES *et al.*, 2011; WILKIN *et al.*, 2004).

O fato de o ultrassom produzir micromassagens pelas ondas de alta frequência, aparentemente, funciona para o alívio da dor (FERNANDES *et al.*, 2011).

Há indicações precisas em que a intervenção cirúrgica é necessária. Estas indicações incluem: pacientes com grandes hematomas intramusculares, lesões ou roturas completas (grau III) com pouca ou nenhuma musculatura agonista associada e lesões parciais em que mais da metade do músculo esteja roto (FERNANDES *et al.*, 2011).

A intervenção cirúrgica também pode ser considerada se o paciente se queixa de dor persistente à extensão por mais de quatro a seis meses, particularmente se houver déficit de extensão. Neste caso em particular, deve-se suspeitar de adesões por cicatrizes restringindo o movimento muscular no sítio da lesão (FERNANDES *et al.*, 2011).

Após o reparo cirúrgico, o músculo deve ser protegido por uma bandagem elástica ao redor do membro a fim de promover relativa imobilidade e compressão. A duração da imobilização naturalmente depende da gravidade do trauma. Pacientes com rotura completa do músculo quadríceps ou gastrocnêmio são instruídos a não colocarem carga no membro por pelo menos quatro semanas (FERNANDES *et al.*, 2011).

Se o gap ou falha muscular for excepcionalmente largo, a porção desnervada pode gerar um déficit neurológico permanente e conseqüente atrofia muscular (FERNANDES *et al.*, 2011; KÄÄRIÄINEN *et al.*, 1998). O reparo cirúrgico nestas circunstâncias aumenta a chance de reinervação e o desenvolvimento de tecido cicatricial espesso pode ser evitado (FERNANDES *et al.*, 2011).

### **Apresentação clínica de lesão muscular do quadríceps**

A lesão distal do quadríceps é uma lesão pouco comum, ocorrendo mais frequentemente em indivíduos acima de 40 anos. A lesão pode ocorrer por motivo de trauma direto, mas classicamente

é relatada como uma contração excêntrica forçada em posição de leve flexão do membro inferior na tentativa de se recuperar o equilíbrio em um momento de queda (FERNANDES *et al.*, 2011).

As roturas espontâneas e as roturas bilaterais foram descritas naqueles atletas com distúrbios metabólicos sistêmicos e com uso de esteroides. O diagnóstico de rotura é baseado nos achados clínicos. O paciente tipicamente apresenta, após uma queda com os joelhos fletidos, uma dor aguda acima da patela e a incapacidade de se manter na posição ortostática sem auxílio (FERNANDES *et al.*, 2011).

Durante o exame físico, o paciente não é capaz de estender ativamente o joelho e por muitas vezes existe um intervalo palpável acima da patela, conhecido como o “sinal do sulco” ou gap test. Os pacientes são capazes de fletir ativamente o joelho e possuem flexão e extensão passivas totais do joelho (FERNANDES *et al.*, 2011).

A radiografia simples é uma ferramenta de baixo custo para o diagnóstico da rotura. Apesar de não mostrar uma alteração específica da lesão, evidencia sinais indiretos da rotura. Edema de partes moles, derrame articular, calcificações, sombra da rotura do quadríceps e patela baixa são todos sinais indiretos vistos na radiografia simples (FERNANDES *et al.*, 2011).

O ultrassom, assim como a radiografia simples, é outro método de baixo custo para se diagnosticar a lesão muscular (FERNANDES *et al.*, 2011).

A ressonância magnética é particularmente útil para melhor visualização, precisão da localização e extensão da lesão e dos detalhes anatômicos para a programação pré-operatória (FERNANDES *et al.*, 2011).

Para as roturas musculares completas, o tratamento é cirúrgico. O tratamento cirúrgico precoce nestes casos está associado aos melhores resultados funcionais. Já o atraso no reparo cirúrgico está associado a um período de fisioterapia prolongado, flexão inadequada e perda de extensão total do joelho. Após o reparo cirúrgico, os pacientes têm o joelho imobilizado por quatro a seis semanas (FERNANDES *et al.*, 2011).

### **Lesão dos músculos isquiotibiais**

Os músculos isquiotibiais são os menos alongados do membro inferior e, por este motivo, mais facilmente lesionados durante a contração muscular excêntrica. A gravidade da lesão é geralmente negligenciada, especialmente na fase aguda. O estiramento dos isquiotibiais é a lesão mais comum nos atletas (FERNANDES *et al.*, 2011).

O diagnóstico da lesão normalmente é realizado a partir de um alto índice de suspeita clínica e exame clínico cuidadoso. A ressonância magnética é valiosa para se diferenciar entre uma lesão completa ou incompleta e para o planejamento do tratamento (FERNANDES *et al.*, 2011).

A rotura completa dos músculos isquiotibiais proximalmente em sua origem é rara. A

condução do caso varia entre o tratamento conservador com um imobilizador em flexão ou o reparo cirúrgico em um segundo momento. Embora o reparo cirúrgico em um segundo tempo possa apresentar bons resultados, o reparo precoce permite uma reabilitação funcional mais rápida e evita o sintoma neurológico potencial de ciática glútea (FERNANDES *et al.*, 2011).

### **Lesão da musculatura adutora**

O grupo muscular adutor atua em conjunto com os músculos abdominais baixos para se estabilizar a pelve durante as atividades dos membros inferiores. Os atletas que participam de atividades que requerem chutes repetitivos, arranques ou mudanças de direção frequentes possuem maior incidência de dor crônica na topografia dos adutores (FERNANDES *et al.*, 2011).

Há evidências de que atletas com fraqueza dos músculos adutores, desequilíbrio entre adutores e abdutores e diminuição da amplitude do movimento do quadril estão mais propensos a adquirirem pubalgia durante a temporada. Os pacientes tipicamente apresentam um dolorimento na região da virilha ou dor medial na coxa, podendo relatar ou não um fator desencadeante. Ao exame físico, apresenta-se uma dor à palpação com edema focal ao longo dos músculos adutores e diminuição da força muscular e dor ao exercício resistido de adução dos quadris (FERNANDES *et al.*, 2011).

O diagnóstico pode ser realizado com os achados do exame físico. Contudo, a ressonância magnética com contraste pode ser útil para se confirmar o diagnóstico ou realizar-se o diagnóstico diferencial entre osteíte púbica e hérnia do esporte (FERNANDES *et al.*, 2011).

O tratamento inicial é conservador. A infiltração da entese do adutor longo pode ser útil para o tratamento refratário. Nos casos de rotura aguda, o reparo cirúrgico aberto com colocação de âncoras e sutura tem sido descrito com bons resultados. Os pacientes poderão retomar o esporte após o retorno ao padrão prévio de fortalecimento e amplitude de movimento do quadril e a resolução do quadro algico. Devido à predisposição da lesão do adutor ser causada pelo desequilíbrio muscular, deve-se ter atenção para o fortalecimento da musculatura a fim de se prevenir novas lesões (FERNANDES *et al.*, 2011).

### **Lesão dos músculos gastrocnêmios**

Assim como os músculos isquiotibiais e quadríceps, o gastrocnêmio é propenso a lesões, pois cruza duas articulações (FERNANDES *et al.*, 2011).

A cabeça medial do gastrocnêmio é mais comumente lesionada do que a lateral, visto que esta é mais ativa. A trombose venosa profunda pode estar associada ou ser um diagnóstico diferencial de dor na panturrilha, assim como a tromboflebite (FERNANDES *et al.*, 2011).

O termo *tennis leg* tem sido utilizado para se descrever a dor e a lesão na panturrilha. O

termo é atribuído ao movimento do saque no tênis em que há uma extensão completa do joelho associada a uma dorsiflexão do tornozelo abrupta provocando o máximo alongamento da panturrilha. Contudo, esta lesão foi descrita também em atletas jovens durante períodos de exercícios extenuantes como basquete, corrida e musculação (FERNANDES *et al.*, 2011).

O aparecimento da dor é repentino com edema focal e equimose da panturrilha. Classicamente, o *tennis leg* é referido como uma lesão da junção miotendínea distal, embora a lesão proximal possa ocorrer (FERNANDES *et al.*, 2011).

Por causa da natureza superficial da lesão, a avaliação ultrassonográfica é confiável, possibilita facilmente excluir a presença de trombose venosa profunda e provê a aspiração de coleções líquidas guiadas por imagem (FERNANDES *et al.*, 2011).

O tratamento da maioria das lesões do gastrocnêmio é conservador. Ocasionalmente, deve-se realizar cirurgia para se drenar hematomas, reparar uma lesão grau III ou realizar uma descompressão compartimental nos casos de síndrome compartimental (FERNANDES *et al.*, 2011).

## **Prevenção**

A prevenção consiste em criar treinamentos e exercícios que se adaptem ao praticante, sem causar lesão, de preferência por profissionais de educação física, principalmente em atividades de alta performance, rotina diária incluindo alimentação saudável, boa qualidade de sono e acompanhamento médico regular (FERNANDES *et al.*, 2011).

Verifica-se que 30 segundos de alongamento muscular realizado uma vez por dia são suficientes para promover ganhos na extensibilidade muscular de adultos jovens, e não há diferenças em relação a tempos de manutenção superiores a 30 segundos. Para indivíduos com idade de 65 anos o alongamento deve ser mantido por 60 segundos.

Em relação à performance e ao alongamento, o alongamento agudo, realizado antes da prática esportiva e ou de exercícios, promove diminuição da performance muscular principalmente em salto vertical. Quando comparado os tipos de alongamentos musculares, foi verificado que a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) e o estático são os que mais induzem déficits na performance do músculo quando comparado com o balístico. No entanto, em estudos que envolveram programas de alongamento e verificaram seus efeitos crônicos, constatou-se que o alongamento realizado antes da prática esportiva ou do exercício, trouxe ganhos para a flexibilidade e performance muscular no longo prazo.

A relação da eficiência do alongamento antes do exercício ou treino com o objetivo de prevenir lesões não tem sido sustentada por muitos autores, apesar de existir controvérsias a respeito do assunto. A incidência de lesão está estritamente ligada a idade e ao nível do condicionamento e não a prática de alongamento estático antes da atividade física.

Foi possível constatar que em certos casos a prática do alongamento agudo apresenta efeito prejudicial a performance muscular e que a realização do alongamento antes do exercício não implica em menor número de lesões. Acredita-se que há outros mecanismos, provavelmente relacionados ao processo de aquecimento, que justificaria uma menor incidência de lesões e melhora na performance.

Recomenda-se realizar avaliação criteriosa para a prescrição do exercício de alongamento, contribuindo desta forma para melhores resultados tanto no treinamento quanto na reabilitação e prevenção de lesões. Assim, mais estudos de alta evidência deveriam ser desenvolvidos para investigar os efeitos do alongamento na prevenção das lesões musculares.

O monitoramento de enzimas em atletas é um método simples, porém invasivo, mas que pode ser usado para saber o estado de treinamento dos atletas. O acompanhamento de CK permite auxiliar numa recuperação muscular adequada. Já o acompanhamento de LDH pode ter um papel no estudo da resposta do músculo ao treinamento, e este método pode dar mais indicações sobre a adaptação do músculo ao trabalho físico (KÖHNE *ET AL.*, 2016).

As intervenções de suplementação com mirtilo e proteína (soro e caseína) em mulheres parecem melhorar os indicadores de desempenho muscular, síntese de proteína muscular ou ter um efeito sobre a extensão do dano muscular, ambos percebidos e medidos usando biomarcadores como indicadores de inflamação. É evidente que o tipo e a época da estratégia de suplementação empregada determinarão os efeitos sobre a miopatia induzida pelo exercício. Pesquisas sugerem que alguns marcadores de dano e recuperação muscular não diferem entre os sexos. A evidência conflitante em torno das diferenças relacionadas ao sexo em resposta ao exercício é difícil de deduzir, pois os estudos existentes foram realizados em homens. Uma investigação recente indicou que a participação feminina na pesquisa esportiva e de exercícios é subapresentada: as mulheres representam apenas 16% a 36% nos estudos (KÖHNE *et al.*, 2016).

É, portanto, necessário que novas pesquisas sejam realizadas em atletas a fim de entender melhor os efeitos de estratégias de intervenção de suplementação na recuperação e comparar os diferentes tempos de suplementação, pré, durante ou pós- exercício. Além disso, é sugerido que a pesquisa futura seja conduzida durante as diferentes fases do ciclo menstrual, bem como método de contracepção em conta. Os estudos devem incluir um grupo masculino, a fim de permitir o exame cruzado dos efeitos da suplementação (KÖHNE *et al.*, 2016).

A diversidade das metodologias utilizadas para avaliar a eficácia das intervenções de suplementação indica a importância de proporcionar uma clara progressão lógica através dos diferentes aspectos de suplementação, a fim de produzir um conjunto claro e conciso de critérios para a sua eficácia. O tempo de suplementação, bem como quando, durante o ciclo menstrual, a suplementação e intervenções de exercício ocorridas são importantes para entender melhor a

eficácia da intervenção (KÖHNE *et al.*, 2016).

## CONCLUSÃO

O fato dos membros inferiores serem o segmento corporal mais acometido em militares nos treinamentos físicos pode estar relacionado às características das atividades esportivas e de treinamento militar que envolve basicamente gestos de corrida, salto e mudanças de direções em diferentes tipos de solo, exigindo exigem muito deste segmento corporal.

A miopatia induzida pelo exercício pode resultar em redução da força muscular, aumento da dor muscular, aumento das proteínas intramusculares o sangue e desempenho reduzido. A ingestão nutricional ótima pré e pós-exercício é importante para ajudar na reparação e recondicionamento dos danos musculares para permitir uma recuperação acelerada. Estratégias de intervenção nutricional são amplamente testadas em participantes do sexo masculino, e poucos relatam diferenças relacionadas ao sexo relacionadas aos efeitos das intervenções empregadas.

Podemos, a partir de exames preditivos, intervir no treinamento de um atleta, deixando-o em repouso, evitando, assim, que ele se ausente das atividades, seja por lesões, fadiga ou *overtraining*. Os princípios do tratamento da rabdomiólise são baseados na hidratação, indução de diurese e alcalinização da urina com bicarbonato de sódio.

Na fase aguda, o tratamento imediato para a lesão do músculo esquelético é conhecido como princípio PRICE (Proteção, Repouso, Gelo, Compressão e Elevação). O tratamento pós-fase aguda consiste em fisioterapia e em treinamentos musculares específicos.

A compreensão dos mecanismos fisiopatológicos que regulam a reparação muscular e sua adaptação ao treinamento físico são essenciais para o profissional que se propõe a tratar destes pacientes. São a base para o desenvolvimento dos meios de prevenção de lesões e para o tratamento adequado e reabilitação das lesões instaladas. A respeito do tempo apropriado de retorno ao treino específico para o esporte, a decisão pode ser baseada em duas simples e pouco onerosas medidas: a habilidade de alongar o músculo lesionado tanto quanto o lado contralateral sadio, e ausência da dor no músculo lesionado em movimentos básicos.

Quando o paciente refere alcançar este ponto na recuperação, a permissão de se iniciar gradualmente os exercícios específicos para o esporte é garantida. Contudo, sempre deve ser enfatizado que a fase final de reabilitação deve ser realizada sob supervisão de profissional capacitado.

## REFERÊNCIAS

CLEBIS, N.K.; NATALI, M.J.M. Lesões musculares provocadas por exercícios excêntricos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v 9, n 4, p 47-53, 2001.

COLOMBO, G.; SOUZA, J.M.; SORANA, A.S.; PASSOS, M.C. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, v 5, n 12, p 21-35, 2011.

DUARTE, J.A.; MOTA, M.P.; NEUPARTH, M.J.; APPELL, H.J.; SOARES, J.M.C. Miopatia do Exercício. Anatomopatologia e Fisiopatologia. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, Portugal, v 1, n 2, p 73–80, 2001.

FERNANDES, T.L.; PEDRINELLI, A.; HERNANDEZ, A. J. Lesão muscular: fisiopatologia, diagnóstico, tratamento e apresentação clínica. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v 46, n 3, p 247-255, 2011.

JARVINEN, T.A.; JARVINEN, T.L.; KAARIAINEN, M.; KALIMO, H.; JÄRVINEN, M. Muscle injuries: biology and treatment. **The American Journal of Sports Medicine**, v 33, p 745-64, 2005.

KÄÄRIÄINEN, M.; KÄÄRIÄINEN, J.; JÄRVINEN, T.L.; SIEVÄNEN, H.; KALIMO, H.; JÄRVINEN, M. Correlation between biomechanical and structural changes during the regeneration of skeletal muscle after laceration injury. **Journal of Orthopaedic Research**, v 16, n 2, p 2197-206, 1998.

KÖHNE, J.L.; ORMSBEE, M.J.; MCKUNE, A.J. Supplementation Strategies to Reduce Muscle Damage and Improve Recovery Following Exercise in Females: A Systematic Review. **Sports**, v 4, n 51, 2016.

LEHMANN, M.; FOSTER, C.; DICKHUTH, H.H.; GASTMANN, U. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v 30, n 7, p1140-1145, 1998.

ROSA, N.G.; SILVA, G.; TEIXEIRA, A.; RODRIGUES, F.; ARAÚJO, J.A. Rabdomiólise– artigo de revisão. **Acta Médica Portuguesa**, v. 18, p. 271-82, 2005.

ROSSI, L.F.; RAMOS, L.A.M.; RAMOS, R.R.; ARAÚJO, A.R.C. Rabdomiólise induzida por esforço físico intenso com altos níveis de creatinoquinase. **Revista da AMRIGS**, Porto Alegre, v.53, n.3, p 269-272, jul.-set. 2009

TEE, J.C.; BOSCH, N.A.; LAMBERT, M.I. Metabolic consequences of exercise- induced muscle damage. **Sports Medicine**, v.37, n.10, p 827–836, 2007.

WILKIN, L.D.; MERRICK, M.A.; KIRBY, T.E.; DEVOR, S.T. Influence of therapeutic ultrasound on skeletal muscle regeneration following blunt contusion. **International Journal of Sports Medicine**, v 25, n 1, p73-7, 2004.