

DANO MUSCULAR NO VOLEIBOL: ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO

Anderson Ricardo de Lima¹
 Leonardo Coelho Rabello de Lima
 Claudio de Oliveira Assumpção¹
 Alexandre Lopes Evangelista²

RESUMO

Um dos esportes coletivos que vem ganhando mais destaque, tanto na mídia, quanto em número de praticantes, é o voleibol. A especialização no esporte caracteriza o voleibol como uma modalidade altamente dependente da potência muscular. Após a realização de saltos, assim como na preparação para os mesmos, atletas realizam contrações excêntricas, principais causadoras do dano muscular (DM). O DM leva à queda de *performance* e pode ser determinante em competições de curto prazo. O objetivo do presente estudo é revisar métodos de prevenção e tratamento de sintomas de DM e analisar a sua aplicabilidade no contexto do voleibol competitivo, tendo como foco principal a manutenção da *performance*. Foram selecionados trabalhos na base de pesquisa *pubmed* a partir do cruzamento dos termos "volleyball", "repeated bout effect", "supplementation", "protection" e "prevention" com o termo "muscle damage". Podemos concluir que o voleibol é uma modalidade que pode induzir altos níveis de DM e que campeonatos com pequenos intervalos entre as partidas podem prejudicar a *performance* dos atletas, pela manifestação tardia do DM. Estratégias de prevenção são a realização de contrações excêntricas máximas e o uso de suplementação. Em se tratando de prevenção, a massagem terapêutica mostrou-se um meio eficiente para a diminuição da dor muscular de início tardio (DMIT). Treinadores de voleibol e de outras modalidades coletivas devem se atentar à manifestação do DM. Alguns dos marcadores são de fácil identificação e devem ser acompanhados com a finalidade de identificar o melhor momento para se empregar técnicas de prevenção e/ou recuperação do DM.

Palavras-chave: Esporte. Performance. Tratamento.

1-UNESP, Campus de Rio Claro, São Paulo, Brasil.

ABSTRACT

Muscular injury on volleyball: prevention strategy and recovering

One of the team sports that gained the most prominence, both in the media and in the number of practitioners is volleyball. The specialization in sport features volleyball as highly dependent on muscle power. After performing jumps, as well as in the preparation for them, athletes perform eccentric contractions, the main cause of muscle damage (MD). MD renders compromised performance, which can be decisive in short term competitions. The aim of this study is to review methods of prevention and treatment of MD symptoms and analyze their applicability in the context of competitive volleyball, focusing mainly on maintaining performance levels. The terms "Repeated bout effect", "supplementation", "protection" and "prevention" were crossed with the term "muscle damage" on the *pubmed* research base in order to find pertinent studies. We conclude that volleyball is a sport that can induce high levels of MD and championships with short intervals between matches can compromise the performance of athletes, due to the manifestation of MD. In terms of prevention, massage therapy was proved as an effective means to decrease delayed onset muscle soreness (DOMS). Volleyball coaches should pay attention to the manifestation of MD. Some of the markers are easily identifiable and must be accompanied with the aim of identifying the best moment to employ techniques of prevention and/or recovery from MD.

Key words: Sports. Performance. Treatment.

2-Universidade São Judas Tadeu - Departamento de Educação Física, São Paulo, Brasil.

INTRODUÇÃO

Um dos esportes coletivos que vem ganhando mais destaque, tanto na mídia quanto em número de praticantes, nas últimas décadas é o voleibol. Trata-se de um esporte coletivo de cooperação-oposição em que 6 atletas têm como objetivo projetar a bola sobre o solo da quadra da equipe adversária e defender a sua própria quadra (Teodorescu, 1984).

Como as equipes adversárias são separadas na quadra de jogo por uma rede, pode-se classificar o voleibol como um esporte sem invasão de território. A especialização no esporte, principalmente no alto nível, acabou estabelecendo a necessidade dos praticantes saltarem para realizar ataques à quadra do adversário, aumentando a demanda energética e caracterizando o voleibol como um esporte altamente dependente da potência muscular (Busko e colaboradores, 2013).

Após a realização de saltos, os atletas precisam desacelerar o centro de gravidade quando retornam ao chão, realizando contrações excêntricas (CE) de músculos da mesma cadeia cinética responsável pela impulsão vertical (i.e. flexores plantares, extensores do joelho e extensores do quadril, essencialmente) (Chiu e Salem, 2012).

Além dessas, outras CE são realizadas por essa cadeia cinética na preparação para o salto, durante o ciclo alongamento-encurtamento (Kallerud e Gleeson, 2013).

É sabido que as CE são as principais causadoras de dano muscular (DM), um fenômeno que ocorre quando microlesões no tecido muscular são induzidas por diversos fatores, sendo o exercício o principal, e levam à diminuição da performance, que costuma se recuperar em cerca de 5 dias (Clarkson e Hubal, 2002). Essa queda de desempenho pode ser determinante no resultado de uma competição de curto-prazo, como jogos olímpicos, mundiais ou *grand prix*, que costumam oferecer de 24 a 48 horas de intervalo entre as partidas.

Há um crescente corpo de conhecimento que investiga diferentes estratégias de prevenção e tratamento dos sintomas relacionados ao DM. Dentre eles, pode-se encontrar métodos tradicionais como treinamento de força ou flexibilidade (Lavender e Nosaka, 2008) assim como métodos menos

ortodoxos como a realização de CE máximas (Howatson e colaboradores, 2007) ou contrações isométricas máximas (Chen e colaboradores, 2012) antes da atividade danificadora, suplementação com diversos tipos de substâncias (Kuehl, 2010), massagem (Farr e colaboradores, 2012), resfriamento tópico (crioterapia) (Howatson e colaboradores, 2007), alongamentos (Johansson e colaboradores, 1999) entre outros.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi revisar diversos métodos de prevenção e tratamento de sintomas de DM e analisar a sua aplicabilidade no contexto do voleibol competitivo, tendo como foco principal a manutenção da *performance*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados trabalhos relacionados na base de pesquisa *pubmed* a partir do cruzamento de termos como “volleyball”, “repeated bout effect”, “supplementation”, “protection” e “prevention” com o termo “muscle damage”.

Foram, então, selecionados e revisados os artigos com maior relevância em relação ao tema proposto.

O voleibol

Proveniente do minonette, o voleibol foi criado no final do século XIX pelo professor e diretor de educação física da ACM de Holyoke (Massachusetts) William George Morgan (Camilo, 2004). Segundo este autor, o intuito, ao criar a modalidade, era aumentar a adesão de alunos às suas turmas de exercícios, criando uma modalidade que exercitaria o corpo inteiro e, ao mesmo tempo, não exporia populações delicadas (i.e. idosos) aos constantes contatos que ocorrem no basquete, diminuindo o enfrentamento. A modalidade possuía regras e parâmetros diferentes dos atuais, como redes de alturas menores (1,96m) e bolas com massa e dimensão diferentes das atuais.

Em pouco tempo após sua criação, o voleibol passou a ser praticado em diversos outros centros esportivos dos estados unidos e, algumas décadas depois, já no século XX, se difundiu mundialmente conquistando, principalmente, países asiáticos. Com essa grande expansão do esporte, a FIVB

(Federação Internacional de Voleibol) propôs diversas alterações nas regras básicas o no modo de se jogar o esporte como o sistema de pontuação, exclusão da vantagem, criação da função do líbero, novos sistemas táticos de jogo – 4x2; 5x1; - alterações na recepção do saque e local de execução do mesmo, etc.

Hoje em dia o voleibol é um dos esportes coletivos mais populares do mundo, sendo grande foco da mídia não apenas durante jogos olímpicos como também ao longo do resto do ciclo competitivo, com transmissões de campeonatos como ligas mundiais, *grand prix*, campeonatos nacionais e intercontinentais. Entretanto, devido às alterações supracitadas, a modalidade passou de um método recreativo de se praticar atividade física a um esporte extremamente competitivo e de alto nível.

Devido à crescente competitividade e especialização do esporte, algumas características físicas e fisiológicas passaram a ser consideradas como fatores determinantes para atletas de voleibol. Entre os fundamentos da modalidade encontram-se, por ordem de execução num jogo, o saque, a recepção, o levantamento, o ataque, o bloqueio e a defesa. Sabe-se, por exemplo, que 50% das ações dos atletas de voleibol são de características aeróbias - reposição de bola, intervalos entre os *rallys*, tempos técnicos e solicitados pelos técnicos -, 40% anaeróbios aláticos - ações rápidas durante o jogo (armação das jogadas) -, 10% anaeróbios lácticos - *rallys* com duração superior a 10 segundos (a média de tempo de duração de um *rally* é de 7 segundos), (Gionet, 1986).

Sendo considerado um dos esportes mais explosivos e rápidos disputados na atualidade, Kramer (2004) ressalta que os atletas de voleibol costumam possuir estatura elevada - acima da média mundial, com excessão do líbero -, muita coordenação, além de força, agilidade, raciocínio e reações motoras rápidas. Há, também, a necessidade de se possuir altos níveis de potência muscular tanto nos membros inferiores (para saltos e deslocamentos rápidos) quanto nos membros superiores (para ataques, saques e defesas).

Existem trabalhos na literatura que investigam o perfil antropométrico e as capacidades físicas de atletas de voleibol.

Bayios e colaboradores (2006) caracterizaram atletas de voleibol como

indivíduos de estatura elevada, quando comparados com a média populacional, e com níveis de potência de membros extremamente altos.

Dano muscular e efeito protetor

A realização de exercícios intensos pode levar a dores musculares nos dias subsequentes. Esse fenômeno é conhecido como dor muscular de início tardio (DMIT) e é um dos sintomas de outro fenômeno amplamente estudado intitulado dano muscular (DM) (Clarkson e Hubal, 2002).

O DM geralmente ocorre após a realização de exercícios aos quais não se está habituado e, principalmente, que envolvam CE em altas intensidades (máximas ou próximas de máximas) ou volumes (diversas repetições) (McHugh, 2003).

As CE são um ponto importante nesse tópico, pois, para a realização das mesmas, um baixo número de unidades motoras é recrutado, quando comparadas com os demais tipos de contração (i.e. isométricas e concêntricas) (Eston e colaboradores, 1995).

Graças a essa diferente estratégia de recrutamento de unidades motoras durante as CE, a tensão externa é dividida entre menos fibras musculares, levando ao rompimento e a desorganização de estruturas importantes para o tecido muscular. Sabe-se que são comuns o rompimento do sarcolema, túbulos transversos e retículos sarcoplasmáticos, comprometendo a homeostase de cálcio dentro do miócito (Clarkson e Hubal, 2002).

Há, também, evidências sólidas apontando para o rompimento da linha Z dos sarcômeros, assim como desorganização da proteína estrutural titina, ambas as estruturas importantes para a unidade básica do sistema muscular (Chapman e colaboradores, 2006).

O processo acima citado ocorre de maneira aguda, imediatamente no momento em que o exercício excêntrico ao qual não se está acostumado é realizado. Entretanto, o DM é um processo mais duradouro, podendo se estender de 5 a 14 dias após o evento danificador (i.e. CEs) e apresentando o seu pico aproximadamente 48 horas após o mesmo.

Essa diferença temporal entre os momentos da ação danificadora e do pico do DM se dá pela existência de um segundo efeito danificador, causado pelo próprio

sistema imunológico, como início do processo de regeneração. Quando a membrana celular das fibras musculares (i.e. sarcolema) se rompe, diversas substâncias próprias do citoplasma passam para a corrente sanguínea servindo, também, como via de sinalização para o sistema imunológico. Com essa sinalização, neutrófilos migram para o local afetado e passam a fagocitar o tecido prejudicado. Durante esse processo, estruturas saudáveis também são fagocitadas e, adicionalmente, os neutrófilos produzem espécies reativas de oxigênio, que prejudicam outros componentes saudáveis do tecido por meio do estresse oxidativo (Pizza e colaboradores, 2005).

Esse processo dura de 1 a 2 dias e caracteriza o pico do DM no músculo afetado. A partir desse momento, monócitos migram para o local e se diferenciam para se tornarem macrófagos que, então, iniciam o processo de reconstrução do tecido (Hawke e Garry, 2001).

Além da DMIT, os principais sintomas (ou marcadores) de DM são a diminuição da capacidade de produção de força (considerado como o principal marcador indireto de DM), o extravasamento de proteínas e enzimas próprias do meio intracelular como a mioglobina (MB) e a creatina quinase (CK), respectivamente, para a corrente circulatória, a diminuição da amplitude de movimento da articulação exercitada, o inchaço do músculo, devido ao acúmulo de fluidos em função da resposta inflamatória, e alguns outros (Clarkson e Hubal, 2002). Em geral, considera-se a DMIT, CK e a força como os mais importantes marcadores.

Sabe-se que, após induzido o DM em um grupo muscular, este passa a ser menos suscetível a novos eventos danificadores similares. Esse fenômeno é conhecido como efeito protetor contra o DM, ou efeito da carga repetida (Howatson e colaboradores, 2007).

McHugh (2003) revisou os mecanismos por trás desse efeito e chegou a três grandes grupos de adaptação que protegeriam o músculo contra o DM: celulares, neurais e mecânicas. As adaptações celulares ocorrem principalmente devido ao aumento do número de sarcômeros em série no músculo acometido e recuperado do DM. Esse aumento significa a divisão da carga externa sobre mais unidades funcionais, resultando em menor número de sarcômeros rompidos e/ou desorganizados. Já as adaptações neurais,

costumam ocorrer por meio do recrutamento de maior número de unidades motoras para a realização de contrações excêntricas, dividindo, também, a tensão por um número maior de miofibrilas. Por sim, as adaptações mecânicas ocorrem, basicamente, com o aumento de componentes não contráteis como os colágenos nos tendões e proteínas estruturais como a titina e a desmina no miócito, contribuindo na resistência contra as cargas externas.

Há evidências na literatura que apontam para um maior índice de proteção contra o DM em músculos que realizam contrações excêntricas no dia-a-dia.

Chen e colaboradores (2011) por exemplo, identificaram que, entre os extensores e flexores do joelho e os extensores e flexores do cotovelo, o grupo muscular menos suscetível ao DM é o dos extensores do joelho. A justificativa por trás dessa descoberta seria que os extensores do joelho se contraem de maneira excêntrica no dia a dia ao descer escadas, agachar-se, ou descer rampas, passando pelo processo de DM e se protegendo contra o mesmo enquanto os demais grupos musculares costumam realizar menor número de ações excêntricas.

Lima e Denadai (2011) identificaram que, além de serem menos suscetíveis ao DM (em relação aos flexores do cotovelo), os extensores do joelho também apresentam maior fator de proteção contra o DM, identificados após sessões repetidas de CE máximas.

Sabendo-se que o DM é causado, principalmente, quando se realiza altos volumes ou intensidades de contrações excêntricas, pode-se investigar situações de práticas esportivas que possam levar a um quadro semelhante. Há uma vasta gama de estudos que investiga o DM após sessões de esportes como o futebol de campo (Silva e colaboradores, 2013), basquetebol (Kostopoulos e colaboradores, 2004), maratona (Del Coso e colaboradores, 2013) entre outros esportes. Embora alguns estudos investiguem a magnitude do DM induzido por contrações excêntricas máximas em atletas de voleibol (Skurvydas e colaboradores, 2011) não há estudos de nosso conhecimento que identifiquem a influência de uma partida de voleibol em marcadores de DM.

Entretanto, tanto atletas quanto técnicos e treinadores de voleibol relatam a existência da DMIT e da diminuição de *performance* após jogos da modalidade e também durante campeonatos em que as datas de jogos são condensadas. A existência do DM após partidas de voleibol pode ser facilmente justificada pelo número e intensidade de contrações excêntricas realizadas pelos membros inferiores dos atletas durante uma partida.

Rocha e Barbanti (2007) demonstraram que, em nível profissional, atletas de voleibol feminino realizam, em média, mais de 60 saltos por partida, dependendo da posição em quadra; sendo realizados 69 pelas levantadoras, 75 pelas atacantes das extremidades (ponteiras e opostas) e 89 pelas centrais, divididos entre levantamentos, ataques e bloqueios. Esse volume de saltos se assemelha bastante com os utilizados na indução de DM em estudos que investigam os mecanismos por trás desse fenômeno (Tofas e colaboradores, 2008). Portanto, se faz lógico afirmar que partidas de voleibol levam ao DM.

Prevenção e tratamento de sintomas de dano muscular

Considerando que uma partida de voleibol pode levar à danificação do tecido muscular de atletas, é razoável considerar que uma competição de curta duração, com jogos em datas próximas pode levar a um quadro mais intensificado de DM. Situações como esta são comuns dentro da realidade do esporte, como em jogos regionais, jogos olímpicos e etapas do *grand prix*, que costumam ser disputados em períodos condensados, muitas vezes não permitindo uma recuperação de mais de 48 horas entre os jogos. Frente a essa realidade, pretendemos apresentar e revisar alguns métodos de atenuação do DM (e seus respectivos mecanismos) que podem ser utilizados tanto na prevenção quanto na recuperação deste. Cabe ressaltar que os métodos investigados e aqui apresentados foram, em sua maioria, empregados com o intuito de atenuar o DM induzido por CEM, corridas em *downhill* e protocolos de saltos. Porém, como essa proteção depende de mecanismos fisiológicos particulares e comuns entre as diferentes modalidades, acreditamos

que possam vir a ser eficazes no combate ao DM durante partidas e competições de voleibol.

Prevenção

Em se tratando do sistema neuromuscular e da sua vulnerabilidade ao DM induzido pelo exercício, o mais óbvio método de proteção a ser recomendado é um treinamento de longo prazo altamente específico às atividades a serem realizadas durante a prática esportiva.

Entretanto, muitas vezes, nem atletas altamente treinados deixam de sofrer DM durante competições como, por exemplo, atletas de ultra *endurance* (Del Coso e colaboradores, 2013) ou atletas profissionais de futebol (Silva e colaboradores, 2013).

Dessa forma, quando um treinador tem consciência de que seus atletas podem passar por situações extremas, que venham a gerar níveis não desejados de DM, pode-se considerar a administração de diferentes técnicas de prevenção, para que o efeito deletério na *performance* seja evitado ou atenuado. Dentre essas formas de prevenção, podem ser consideradas intervenções relativas à realização de exercícios ou à suplementação.

Uma das estratégias mais clássicas de prevenção contra o DM é a realização de CEM. Diversos estudos identificaram que a realização de CEM antes de atividades danificadoras gera um efeito protetor que, por sua vez, diminui a susceptibilidade ao DM (Nosaka e colaboradores, 2001; Howatson, 2007).

Sabe-se que esse efeito pode ser justificado por 3 diferentes mecanismos, como já apresentado no presente estudo: neurais, celulares e mecânicos (McHugh, 2003).

Howatson e colaboradores (2007) demonstraram que o número de contrações excêntricas realizadas anteriormente ao evento danificador não determina o grau de proteção contra o DM. Para que isso fosse descoberto, dois grupos de voluntários realizaram 10 e 45 CEM catorze dias antes de um protocolo de indução de dano muscular (45 CEM). O grupo com maior volume de CEM apresentou maiores alterações em marcadores de DM em relação ao grupo que realizou um volume menor de CEM.

Entretanto, o efeito protetor contra o DM foi semelhante entre os dois grupos. Dessa forma, pode-se concluir que poucas contrações excêntricas máximas podem proteger indivíduos ativos contra o DM.

Um estudo similar foi conduzido por Nosaka e colaboradores (2001) em que os voluntários foram divididos em três diferentes grupos e realizaram 2, 6 e 24 CEM catorze dias antes da realização de um protocolo de indução de DM (24 CEM).

Assim como relatado por Howatson e colaboradores (2007) o protocolo com maior volume de CEM (24) levou a maiores alterações em marcadores de DM quando comparado aos de menor volume (2 e 6).

Entretanto, foi identificado efeito protetor igual após a realização de 2 e 24 CEM. A realização de 2 CEM também conferiu proteção, porém, esta foi menor. Esses dados corroboram com o conhecimento de que o efeito protetor contra o DM é similar entre protocolos de diferentes volumes de CEM. Entretanto, protocolos com número muito reduzido de CEM (i.e. duas) podem conferir baixos níveis de proteção.

O fator de proteção contra o DM foi muito estudado a partir de CEM. Entretanto, nos últimos anos, uma série de estudos têm apresentado alternativas eficientes para a proteção contra o DM, que não as CEM.

Chen e colaboradores (2012a) por exemplo, demonstraram que, em indivíduos ativos, 30 contrações excêntricas submáximas podem conferir um fator de proteção contra o DM que dura até duas semanas.

Chen e colaboradores (2013a) identificaram que a realização de seis séries de 10 contrações excêntricas com carga de apenas 10% de uma contração voluntária máxima isométrica, fornece proteção contra o DM induzido sete dias após a sessão de exercícios em indivíduos ativos. Estudos como esses são importantes, pois oferecem alternativas agudas de proteção contra o DM que não envolvam exercícios extenuantes ou que induzam altos níveis de dano muscular.

Outro método agudo de proteção contra o DM que vem sendo apresentado recentemente é a realização de contrações isométricas máximas (CIM). Por mais que se saiba que os mecanismos por trás do efeito protetor contra o DM sejam, em sua maioria, relacionados à danificação prévia do tecido muscular com sinalização e consequente

supercompensação, as CIM têm se provado eficazes na proteção contra o DM sem sequer causar danos iniciais ao músculo.

Chen e colaboradores (2012b) conduziram um estudo em que separaram voluntários ativos em três grupos. Um grupo controle realizava apenas uma sessão de CEM para induzir DM enquanto dois grupos experimentais realizavam, dois dias antes, duas ou 10 CIM. Nenhum dos protocolos de CIM causou alterações significantes em marcadores de DM.

Porém, foram identificados fatores de proteção contra o DM para os grupos que realizaram CIM antes do protocolo de CEM. O grupo que realizou maior volume de CIM (10) apresentou maior fator de proteção em relação ao grupo que realizou menor volume de CIM (2).

No ano seguinte, Chen e colaboradores (2013b) publicaram um estudo demonstrando que o fator de proteção conferido por 2 CIM pode durar entre 2 e 4 dias. Porém, se as CIM forem realizadas com intervalos maiores ou menores que esses, tal efeito não se manifesta.

Como a proteção por meio de CIM vem sendo estudada nos dois últimos anos, ainda há poucas evidências que apontem para os mecanismos por trás desse fenômeno, mas pode-se especular a respeito o aumento da rigidez de componentes contráteis e não contráteis do sistema músculo-tendão além de alterações no padrão de recrutamento de unidades motoras resultantes das CIM.

Embora a utilização de CEM, contrações excêntricas submáximas e CIM tenha se provado útil na prevenção contra o DM, a grande maioria dos estudos que identificaram esses fenômenos foi conduzida com indivíduos ativos ou sedentários. Dessa forma, há de se questionar se atletas de voleibol altamente treinados se beneficiariam de tais estratégias, uma vez que o nível inicial de proteção contra o DM nessa população já é consideravelmente elevado devido à frequência com que esses passam por danificações (Falvo e colaboradores, 2009; Lima e Denadai, 2011).

É possível acreditar que CEM possam fornecer algum tipo de proteção, se aplicadas de maneira a favorecer a musculatura específica das ações atléticas da modalidade (i.e. por meio de saltos, agachamentos, exercícios no *Leg Press*, entre outros),

entretanto, contrações submáximas e isométricas conferem proteção atenuada e dificilmente influenciariam essa população.

No caso de atletas de alto nível, que não responderiam aos estímulos protetores acima citados, pode-se considerar a suplementação com diferentes tipos de substância. Entre os diversos tipos de suplementos disponíveis no mercado, normalmente se destacam aqueles que contêm altas concentrações de proteínas e aminoácidos como a proteína de soro de leite (*Whey Protein - WhP*) e os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA). Além desses, também há grande oferta de suplementos à base de creatina monohidratada (CrM). É comum que atletas de alto nível façam consumo regular dessas substâncias durante a fase de treinamento, para o desenvolvimento de força e potência e o aumento dos estoques de energia. Porém, pouco se discute sobre a utilização desses suplementos em fases de competição e, principalmente, da utilização deles como forma de prevenção contra o DM.

Cabe ressaltar que o consumo desses suplementos alimentares pode ser considerado tanto como uma forma de prevenção quanto de recuperação do DM, pelo fato de a ingestão ser realizada tanto antes do evento danificador como durante o processo de recuperação deste.

Há evidências de que a suplementação com WhP pode atenuar significativamente as alterações em marcadores de DM após a realização de exercícios danificadores.

Buckley e colaboradores (2010) submeteram dois grupos de voluntários a exercícios excêntricos máximos, sendo que um dos grupos ingeriu quantidades controladas de WhP imediatamente antes e todos os dias após a realização da sessão danificadora enquanto o outro grupo ingeriu um placebo. Os dados obtidos no estudo apontaram para uma recuperação significativamente mais rápida para o grupo ingerindo WhP.

Os dados de Cooke e colaboradores (2010) corroboram com os achados de Buckley e colaboradores (2010) demonstrando que o grupo que ingeriu WhP apresentou quedas menores no pico de torque isométrico em comparação ao grupo placebo, após sessões de exercício excêntrico. Em contraste, Betts e colaboradores (2009) não identificaram

influência alguma da suplementação com WhP na proteção e recuperação do DM causado por exercício excêntrico. Entretanto, esses dados não são comuns com o que se encontra na literatura, sendo que até o consumo de leite puro antes e durante a recuperação tem se mostrado uma estratégia efetiva na proteção e recuperação do DM (Cockburn e colaboradores, 2008; Cockburn e colaboradores, 2010; Cockburn e colaboradores, 2012).

Além da suplementação com WhP e a ingestão de leite, a ingestão de outro tipo de suplemento tem se mostrado útil na prevenção e recuperação do DM. O consumo de BCAAs durante e após exercícios danificadores se mostrou eficiente na diminuição da DMIT (Jackman e colaboradores, 2010) e na proteção contra o DM (Howatson e colaboradores, 2012).

O mecanismo básico de proteção contra o DM por trás do consumo dos produtos supracitados parte do princípio de que há uma grande oferta de proteínas e aminoácidos no momento em que o DM é gerado.

Dessa forma, após o evento inicial (dano primário) o catabolismo resultante da migração dos neutrófilos para a área é revertido na presença desses nutrientes. As proteínas e aminoácidos, nesse caso, servem tanto como matéria prima para a síntese do tecido muscular como sinalizadores para que o catabolismo não se prolongue no local em que o dano inicial foi gerado, atenuando o segundo evento danificador (dano secundário).

Outro tipo de suplemento alimentar muito utilizado por atletas e entusiastas da prática de atividade física e, em especial, do treinamento resistido é a CrM. Controlada por algum tempo pela agência nacional de vigilância sanitária brasileira, a CrM tem como principal mecanismo aumentar a concentração intramuscular de fosfocreatina, fornecendo maiores estoques de energia para contrações rápidas e máximas. Entretanto, muito se especula sobre a relação da CrM com o DM. Há ainda certa dúvida na literatura a respeito da influência da suplementação com CrM no DM, porém a maior parte dos estudos aponta para a existência de um efeito de proteção conferido por esta.

Rawson e colaboradores (2007) demonstraram que a suplementação prévia (7 dias) das quantidades recomendadas (20g/dia) de creatina não influenciaram nas alterações

de nenhum dos marcadores de DM quando comparadas com as alterações em um grupo de controle que ingeriu um placebo.

Um dos principais tipos de suplementação contra o DM que vêm sendo estudados na última década é o consumo de produtos ricos em flavonoides. Em especial, diversos autores investigaram a influência do consumo de suco de cereja azeda em variáveis relacionadas ao DM.

Connolly e colaboradores (2006) foram os pioneiros na investigação do efeito do consumo desse tipo de composto na resposta de DM. Em seu estudo, dois grupos passaram por um protocolo de indução de DM nos flexores do cotovelo; um consumindo um placebo e o outro, suco de cereja, por 4 dias antes e nos 4 dias seguintes ao evento danificador. O grupo que consumiu o composto de cereja apresentou alterações atenuadas em todos os marcadores de DM coletados, em relação ao grupo placebo.

Kuehl e colaboradores (2010) realizaram um protocolo semelhante, em que um grupo ingeria o composto de cereja enquanto o outro ingeria um placebo por 7 dias antes de uma corrida de aproximadamente 25 quilômetros. Todos os voluntários eram corredores. O único marcador de DM coletado durante o estudo foi a percepção de dor e, embora ambos tenham apresentado aumentos significantes nesse marcador, a dor percebida do grupo que ingeriu suco de cereja foi estatisticamente menor do que a do grupo placebo.

Howatson e colaboradores (2010) investigaram a influência da suplementação com suco de cereja sobre índices de dano muscular imediatamente e até 48 horas após uma maratona. Assim como nos outros modelos experimentais, um grupo ingeria o suco de cereja enquanto o outro ingeria um placebo. O grupo que consumiu o extrato de cereja apresentou menores quedas de força em relação ao grupo controle, assim como menor manifestação da DMIT e menor status oxidativo, e a suplementação com suco de cereja acelera a recuperação de marcadores de DM após uma sessão de exercício resistido intenso (10 séries de 10 repetições a 80% de 1RM). Os mecanismos por trás da proteção conferida pela suplementação com suco ou extrato de cereja já são claros e bem definidos.

Kuehl (2012) publicou uma revisão em que esclarece a influência da suplementação com compostos de cereja sobre índices de DM e os mecanismos por trás dessa proteção. Sucos de cereja, assim como de outras frutas vermelhas ou roxas são ricos em flavonoides. Os flavonoides, por sua vez, são conhecidos como potentes antioxidantes naturais, além de possuírem propriedades anti-inflamatórias. Portanto, a função de suplementos ricos em flavonoides na proteção contra o DM ocorre no evento secundário, quando a inflamação e o stress oxidativo comprometem a integridade de unidades básicas contráteis íntegras durante a restauração daquelas danificadas.

De todos os métodos de prevenção e proteção contra o dano muscular apresentado e revisado, aqueles que parecem ser mais eficazes em populações treinadas, como atletas de voleibol, são os que envolvem a suplementação com diferentes compostos e, em específico, aqueles ricos em flavonoides. Além disso, podemos considerar que a realização de CEM específicas aos movimentos realizados durante partidas de vôlei (agachamentos, *Leg Press*, Afundos, etc.) com pelo menos 14 dias de antecedência à partida ou competição danificadora podem, também, vir a ser eficientes na prevenção do DM indesejado.

Recuperação

Em algumas ocasiões, como durante uma competição, o DM é indesejado. Embora muitas sejam as estratégias de prevenção contra esse efeito, muitas vezes ele acaba ocorrendo. Desta forma, o objetivo deste tópico será apresentar e revisar algumas estratégias de aceleração e otimização da recuperação do DM induzido pelo exercício. Revisaremos aqui algumas das alternativas mais comuns de tratamento do DM como a massagem terapêutica, a imersão em banheira de gelo, o alongamento estático e a realização de exercícios submáximos. É importante lembrar que, durante campeonatos e jogos com partidas próximas umas das outras, o desgaste físico e o nível de DM são elevados. Nessa realidade, a aplicação de técnicas eficazes de recuperação dos sintomas de DM pode ser determinante para o sucesso na competição.

Uma das mais antigas técnicas de alívio para a DMIT é a massagem.

Independente da área, muitas são as evidências apontando para o efeito analgésico da massagem, principalmente quando a origem da dor é proveniente do sistema neuromuscular. Quando o assunto é o DM, não há muita distinção nos resultados.

Weber e colaboradores (1994) submeteram dois grupos a um protocolo idêntico de CEM com os flexores do cotovelo, gerando DM. Porém, o grupo experimental passou por massagens de 8 minutos imediatamente e um dia após a sessão de exercícios, enquanto o grupo controle se manteve em repouso e sem massagem. Não foram encontradas diferenças significantes nos valores de força e percepção de dor de ambos os grupos, sugerindo que a massagem não exerceria influência em grupos musculares danificados.

Entretanto, Mancinelli e colaboradores (2006) demonstraram que, após 4 semanas de treinamento de pós temporada, um grupo que passou por massagens após as sessões de treinamento apresentou menores valores de percepção de dor e maiores valores de impulsão vertical, quando comparado a um grupo que não recebeu a massoterapia.

Os dados de Farr e colaboradores (2002), Hilbert e colaboradores (2003) e Lightfoot e colaboradores (1997) se assemelham com os apresentados por Mancinelli e colaboradores (2006) e demonstram que a realização de massagem atenuou significativamente a manifestação da DMIT. Dessa forma, podemos concluir que o emprego de massagens após as partidas de voleibol pode ser uma estratégia interessante para a atenuação da DMIT, que pode comprometer a performance por limitar a amplitude de movimento, disposição atlética e, em alguns casos, até a produção de força.

Outra estratégia de recuperação do DM muitas vezes empregada é a crioterapia. Este tipo de tratamento pode ser aplicado das mais diferentes maneiras. A maioria dos relatos de aplicação desse tipo de intervenção no dia-a-dia competitivo é o uso de imersão em água gelada, com o uso de banheiras preenchidas com água e gelo.

Howatson e colaboradores (2007) submeteram dois grupos de voluntários a um protocolo de indução de DM envolvendo séries de saltos. Após esse protocolo, um dos grupos permaneceu inativo e sem tratamento enquanto o outro realizou imersão em

banheira de gelo por 12 minutos imediatamente após a indução do DM. Não foram encontradas diferenças significantes entre a recuperação e os valores obtidos de ambos os grupos. Resultados similares foram encontrados por Paddon-Jones e Quiley (1997), Goodall e Howatson (2008) e Jakeman e colaboradores (2009) indicando que a imersão em água gelada não acelera ou otimiza o processo de recuperação do DM. Há, também, diferentes tipos de crioterapia que se mostraram ineficazes, como a massagem com gelo (Howatson e colaboradores, 2007) e o resfriamento tópico (Tseng e colaboradores, 2013) que demonstrou, inclusive, ser prejudicial à recuperação do DM.

Alongamentos estáticos são comumente realizados após sessões de treinamento resistido. Alguns profissionais afirmam que esse tipo de exercício deve ser realizado para prevenir o aparecimento de DMIT.

Entretanto, a literatura não suporta essas afirmações. A maior parte dos estudos envolvendo alongamento estático após protocolos de indução de DM foi realizada há pelo menos uma década, e aponta para a ineficiência da estratégia como forma de recuperação.

Johansson e colaboradores (1999) por exemplo, demonstrou que a realização de 4 séries de 20 segundos de alongamento estático imediatamente após um protocolo de CEM, não apresentou otimização alguma na recuperação do DM.

Diversos outros estudos como os de Torres e colaboradores (2005), e Lund e colaboradores (1998) corroboram com esses achados e afirmam que o alongamento estático é ineficiente para esse propósito.

Chen e colaboradores (2008) demonstraram, também, que exercícios submáximos não são eficientes na recuperação do DM. Nesse estudo, dois grupos passaram por uma sessão de 30 minutos de caminhada em *downhill* sendo que um deles realizou 30 minutos de corrida submáxima nos dias subsequentes e o outro permaneceu inativo. A recuperação de ambos os grupos foi similar, não apresentando diferenças significantes entre os marcadores de DM coletados.

CONCLUSÃO

A partir dos dados apresentados e revisados no presente estudo, podemos concluir que o voleibol é uma modalidade que pode induzir altos níveis de dano muscular. Campeonatos com pequenos intervalos entre as partidas podem prejudicar a performance dos atletas ao final, pela manifestação tardia do DM.

Estratégias viáveis de prevenção contra o DM indesejado no voleibol são a realização de contrações excêntricas máximas pelo menos 14 dias antes do evento danificador. Outro método de prevenção que se mostrou eficiente é a ingestão de suplementos proteicos (Whey protein e BCAAs) ou antioxidantes (flavonoides – suco de cereja). Ficou explícito que esse tipo de suplementação age no segundo evento de DM (DM secundário), impedindo o agravamento das microlesões estruturais causadas por estresse mecânico.

Como estratégia de recuperação, ficou claro que a maior parte dos métodos comumente utilizados é ineficiente. Tanto o alongamento estático quanto a realização de exercícios submáximos se mostraram não afetar o DM induzido por exercícios. O uso de crioterapia pode ser considerado não só ineficiente, como também contraproducente, por prejudicar o processo de recuperação do DM. A massagem terapêutica se mostrou eficiente na redução da DMIT, podendo ser utilizada para evitar o desconforto inerente ao DM e, assim diminuir a indisposição atlética e auxiliar na recuperação da amplitude de movimento e, eventualmente, da produção ótima de força.

Dessa forma, concluímos que treinadores de voleibol e de outras modalidades coletivas devem se atentar à manifestação do DM. Alguns dos marcadores são de fácil identificação (percepção de dor e perda de força) e devem ser acompanhados com a finalidade de saber o melhor momento de empregar técnicas de prevenção e/ou recuperação do DM.

REFERÊNCIAS

- 1-Bayios, I.A.; Bergeles, N.K.; Apostolidis, N.G.; Noutsos, K.S.; Koskolou, M.D. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J. Sports. Med. Phys. Fitness. Turim. Vol. 46. Núm. 2. 2006. p. 271-280.*
- 2-Betts, J.A.; Toone, R.J.; Stokes, K.A.; Thompson, D. Systemic indices of skeletal muscle damage and recovery of muscle function after exercise: effect of combined carbohydrate-protein ingestion. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Montreal. Vol. 34. Núm. 4. 2009. p. 773-784.*
- 3-Buckley, J.D.; Thomson, R.L.; Coates, A.M.; Howe, P.R.; DeNichilo, M.O.; Roney, M.K. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *J. Sci. Med. Sport. Belconnen. Vol. 13. Núm. 1. 2010. p. 178-181.*
- 4-Busko, K.; Lewandowska, J.; Lipinska, M.; Michalski, R.; Pastuszek, A. Somatotype-variables related to muscle torque and power output in female volleyball players. *Acta Bioeng. Biomech. Wroclaw. Vol. 15. Núm. 2. 2013. p. 119-126.*
- 5-Camilo, L. Frequência de lesões músculo-esqueléticas em atletas da categoria infanto juvenil masculino de voleibol de três clubes gaúchos. TCC do Centro Universitário FEEVALE. Novo Hamburgo-RS. 2004.
- 6-Chapman, D.; Newton, M.; Sacco, P.; Nosaka, K. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *Int. J. Sports Med. Stuttgart. Vol. 27. Núm. 8. 2006. p. 591-8.*
- 7-Chiu, L.Z.; Salem, G.J. Potentiation of vertical jump performance during a snatch pull exercise session. *J. Appl. Biomech. Champaign. Vol. 28. Núm. 6. 2012. p. 627-635.*
- 8-Chen, T.C.; Nosaka, K.; Wu, C.C. Effects of a 30-min running performed daily after downhill running on recovery of muscle function and running economy. *J. Sci. Med. Sport. Belconnen. Vol. 11. Núm. 3. 2008. p. 271-279.*
- 9-Chen, T.C.; Lin, K.Y.; Chen, H.L.; Lin, M.J.; Nosaka, K. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb

- muscles. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg*. Vol. 111. 2011. p. 211-223.
- 10-Chen, H.L.; Nosaka, K.; Chen, T.C. Muscle damage protection by low-intensity eccentric contractions remains for 2 weeks but not 3 weeks. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg*. Vol. 112. Núm. 2. 2012(a). p. 555-565.
- 11-Chen, H.L.; Nosaka, K.; Pearce, A.J.; Chen, T.C. Two maximal isometric contractions attenuate the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Montreal*. Vol. 37. Núm. 4. 2012(b) p. 680-689.
- 12-Chen, T.C.; Tseng, W.C.; Huang, G.L.; Chen, H.L.; Tseng, K.W.; Nosaka, K. Low-intensity eccentric contractions attenuate muscle damage induced by subsequent maximal eccentric exercise of the knee extensors in the elderly. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg*. Vol. 113. Núm. 4. 2013(a). p. 1005-1015.
- 13-Chen, T.C.; Chen, H.L.; Lin, M.J.; Chen, C.H.; Pearce, A.J.; Nosaka, K. Effect of two maximal isometric contractions on eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg*. Vol. 113. Núm. 6. 2013(b). p. 1545-1554.
- 14-Clarkson, P. M.; Hubal, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am. J. Phys. Med. Rehabil. Baltimore*. Vol. 81. Núm. 11. 2002. p. S52-69.
- 15-Cockburn, E.; Hayes, P.R.; French, D.N.; Stevenson, E.; St Clair Gibson, A. Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Montreal*. Vol. 33. Núm. 4. 2008. p. 775-783.
- 16-Cockburn, E.; Stevenson, E.; Hayes, P.R.; Robson-Ansley, P.; Howatson, G. Effect of milk-based carbohydrate-protein supplement timing on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Montreal*. Vol. 35. Núm. 3. 2010. p. 270-277.
- 17-Cockburn, E.; Robson-Ansley, P.; Hayes, P.R.; Stevenson, E. Effect of volume of milk consumed on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg*. Vol. 112. Núm. 9. 2012. p. 3187-94.
- 18-Connolly, D.A.; msHugh, M.P.; Padilla-Zakour, O.I.; Carlson, L.; Sayers, S.P. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br. J. Sports Med. Loughborough*. Vol. 40. Núm. 8. 2006. p. 679-683.
- 19-Cooke, M.B.; Rybalka, E.; Stathis, C.G.; Cribb, P.J.; Hayes, A. Whey protein isolate attenuated strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J. Int. Soc. Sports Nutr. London*. Vol. 7. Núm. 20. 2010.
- 20-Del Coso, J.; Fernández, D.; Abián-Vicen, J.; Salinero, J.J.; González-Millán, C.; Areces, F.; Ruiz, D.; Gallo, C.; Calleja-González, J.; Pérez-González, B. Running pace decrease during a marathon is positively related to blood markers of muscle damage. *PLoS One. San Francisco*. Vol. 8. Núm. 2. 2013.
- 21-Eston, R.G.; Mickleborough, J.; Baltzopoulos, V. Eccentric activation and muscle damage: biomechanical and physiological considerations during downhill running. *Br. J. Sports Med. Loughborough*. Vol. 29. Núm. 2. 1995. p. 89-94.
- 22-Farr, T.; Nottle, C.; Nosaka, K.; Sacco, P. The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *J. Sci. Med. Sport. Belconnen*. Vol. 5. Núm. 4. 2002. p. 297-306.
- 23-Falvo, M.J.; Schilling, B.K.; Bloomer, R.J.; Smith, W.A. Repeated bout effect is absent in resistance trained men: na electromyographic analysis. *J. Electromyogr. Kinesiol. Brisbane*. Vol. 19. Núm. 6. 2009. p. 529-535.
- 24-Gionet, N. Is Volleyball an aerobic or or an anaerobic sport?. *Volleyball Tchnical Journal*. Núm. 5. 1986. p. 31-35.
- 25-Goodall, S.; Howatson, G. The effects of cold water immersions on indices of muscle damage. *J. Sport. Sci. Med. Bursa*. Vol. 7. 2008. p. 234-241.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

- 26-Hawke, T.J.; Garry, D.J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. *J. Appl. Physiol.* Bethesda. Vol. 91. 2001. p. 534-551.
- 27-Hilbert, J.; Sforzo, G.; Swensen, T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *Br. J. Sports Med.* Loughborough. Vol. 37. Núm. 1. 2003. p. 72-75.
- 28-Howatson, G.; Van Someren, K.; Hortobágyi, T. Repeated bout effect after maximal eccentric exercise. *Int. J. Sports Med.* Stuttgart. Vol. 28. Núm. 7. 2007. p. 557-563.
- 29-Howatson, G.; McHugh, M.P.; Hill, J.A.; Brouner, J.; Jewell, A.P.; Van Someren, K.A.; Shave, R.E.; Howatson, S.A. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* Malden. Vol. 20. Núm. 6. 2010(a). p. 843-852.
- 30-Howatson, G.; Hoad, M.; Goodall, S.; Tallent, J.; Bell, P.G.; French, D.N. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* London. Vol. 9. Núm. 1. 2012. Ahead of Print.
- 31-Jackman, S.R.; Witard, O.C.; Jeukendrup, A.E.; Tipton, K.D. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Med. Sci. Sports. Exerc.* Hagerstown. Vol. 42. Núm. 5. 2010. p. 962-970.
- 32-Jakeman, J.R.; Macrae, R.; Eston, R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics.* Loughborough. Vol. 52. Núm. 4. 2009. p. 456-460.
- 33-Johansson, P.H.; Lindström, L.; Sundelin, G.; Lindström, B. The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* Malden. Vol. 9. Núm. 4. 1999. p. 219-225.
- 34-Kallerud, H.; Gleeson, N. Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports Med.* London. Vol. 43. Núm. 8. 2013. p. 733-750.
- 35-Kostopoulos, N.; Fatouros, I.G.; Siatitsas, I.; Baltopoulos, P.; Kambas, A.; Jamurtas, A.Z.; Fotinakis, P. Intense basketball-simulated exercise induces muscle damage in men with elevated anterior compartment pressure. *J. Strength Cond. Res.* Colorado Springs. Vol. 18. Núm. 3. 2004. p. 451-458.
- 36-Kramer, W. J.; Häkkinen, K. Treinamento de força para o esporte. Porto Alegre. Artmed. 2004.
- 37-Kuehl, K.S.; Perrier, E.T.; Elliot, D.L.; Chesnutt, J.C. Efficacy of tart cherry juice in reducing muscle pain during running: a randomized controlled trial. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* London. Vol. 7. Núm. 17. 2010.
- 38-Kuehl, K.S. Cherry juice targets antioxidant potential and pain relief. *Med. Sport Sci.* Brussels. Vol. 59. 2012. p. 86-93.
- 39-Lavender, A.P.; Nosaka, K. Changes in markers of muscle damage of middle-aged and young men following eccentric exercise of the elbow flexors. *J. Sci. Med. Sport.* Belconnen. Vol. 11. Núm. 2. 2008. p. 124-131.
- 40-Lightfoot, J.T.; Char, D.; McDermott, J.; Goya, C. Immediate postexercise massage does not attenuate delayed onset muscle soreness. *J. Strength. Cond. Res.* Colorado Springs. Vol. 11. Núm. 2. 1997.
- 41-Lima, L.; Denadai, B. Efeito protetor após sessões de exercício excêntrico: comparação entre membros superiores e inferiores. *Motriz.* Vol. 17. Núm. 4. 2011. p. 738-47.
- 42-Lund, H.; Vestergaard-Poulsen, P.; Kanstrup, I.L.; Sejrsen, P. The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* Malden. Vol. 8. Núm. 2. 1998. p. 216-221.
- 43-Mancinelli, C.A.; Davis, D.S.; Aboulhosn, L.; Brady, M.; Eisenhofer, J.; Foutty, S. The effects of massage on delayed onset muscle soreness and physical performance in female collegiate athletes. *Phys. Therapy Sport.* Sheffield. Vol. 7. Núm. 1. 2006. p. 5-13.

- 44-McHugh, M. P. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports. Malden.* Vol. 13. Núm. 2. 2003. p. 88-97.
- 45-Nosaka, K.; Sakamoto, K.; Newton, M.; Sacco, P. The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg.* Vol. 85. Núm. 1-2. 2001. p. 34-40.
- 46-Paddon-Jones, D.J.; Quigley, B.M. Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *Int. J. Sports Med. Stuttgart.* Vol. 18. Núm. 8. 1997.
- 47-Pizza, F.X.; Peterson, J.M.; Baas, J.H.; Koh, T.J. Neutrophils contribute to muscle injury and impair its resolution after lengthening contractions in mice. *J. Physiol. Cambridge.* Vol. 562. 2005. p. 899-913.
- 48-Rawson, E.S.; Conti, M.P.; Miles, M.P. Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. *J. Strength. Cond. Res. Colorado Springs.* Vol. 21. Núm. 4. 2007. p. 1208-1213.
- 49-Rocha, M. A.; Barbanti, V. J. Análise das ações de saltos de ataque, bloqueio e levantamento no voleibol feminino. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* Vol. 9. Núm. 3. 2007. p. 284-290.
- 50-Silva, J. R.; Ascensão, A.; Marques, F.; Seabra, A.; Rebelo, A.; Magalhães, J. Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur. J. Appl. Physiol. Heidelberg.* Vol. 113. Núm. 9. 2013. p. 2193-2201.
- 51-Skurvydas, A.; Brazaitis, M.; Venckunas, T.; Kamandulis, S.; Stanislovaityte, A.; Zuoza, A. The effect of sports specialization on musculus quadriceps function after exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Montreal.* Vol. 36. Núm. 6. 2011. p. 873-880.
- 52-Teodorescu, L. Problemas de teoria e metodologia nos jogos desportivos. Lisboa. Livros Horizonte. 1984.
- 53-Tofas, T.; Jamurtas, A.Z.; Fatouros, I.; Nikolaidis, M.G.; Koutedakis, Y.; Sinouris, E.A.; Papageorfakopoulou, N.; Theocharis, D.A. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. *J. Strength Cond. Res. Colorado Springs.* Vol. 22. Núm. 2. 2008. p. 490-496.
- 54-Torres, R.; Carvalho, P.; Duarte, J.A. Effects of a static stretching on clinical and biochemical markers of muscle damage induced by eccentric exercise. *Portuguese J. Sport. Sci. Lisboa.* Vol. 5. 2005. p. 274-287.
- 55-Tseng, C.Y.; Lee, J.P.; Tsai, Y.S.; Lee, S.D.; Kao, C.L.; Liu, T.C.; Lai, C.; Harris, M.B.; Kuo, C.H. Topical cooling (icing) delays recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *J. Strength Cond. Res. Colorado Springs.* Vol. 27. Núm. 5. 2013. p. 1354-1361.
- 56-Webber, M.D.; Servedio, F.J.; Woodall, W.R. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. Londres.* Vol. 20. Núm. 5. 1994. p. 236-242.

E-mail:

ando_ricardo@yahoo.com.br
 leonardoclima@gmail.com
 coassumpcao@yahoo.com.br
 contato@alexandrelevangelista.com.br

Endereço para correspondência:
 Leonardo Coelho Rabello de Lima
 Rua 3, 2053, Centro.
 Rio Claro, São Paulo, Brasil.
 CEP: 13500-163.

Recebido para publicação 28/02/2014
 Aceito em 23/06/2014