

DOI: 10.4025/reveducfis.v24.3.17487

MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO

POST-EXERCISE RECOVERY METHODS

Luan Pinho Ortiz da Silva*
Mariana Fernandes Mendes de Oliveira**
Fabrizio Caputo***

RESUMO

A recuperação pós-exercício é de extrema relevância dentro de todo programa de condicionamento físico, tanto para praticantes e atletas, como para técnicos e diversos profissionais ligados à área da saúde. Nesse sentido, o conhecimento a respeito da recuperação pós-exercício e dos vários métodos utilizados com intuito de acelerar o processo de recuperação (para suportar mais frequentes e/ou maiores cargas de treinamento com mais qualidade) torna-se essencial. Dessa forma, as intervenções utilizadas de forma profilática e/ou terapêutica com o intuito de amenizar os efeitos negativos das lesões musculares causadas pelo exercício físico e, assim, otimizar a recuperação são de grande interesse para pesquisadores, técnicos e atletas. Em vista disso, o objetivo da presente revisão de literatura é reunir informações que permitam descrever as respostas fisiológicas frente aos métodos de recuperação pós-exercícios, com a finalidade de melhorar tanto o processo de treinamento físico como o rendimento.

Palavras-chave: Métodos de recuperação; Lesão muscular induzida pelo exercício. Dor muscular tardia.

INTRODUÇÃO

A recuperação pós-exercício é um aspecto bastante importante dentro de todo programa de condicionamento físico, tanto para praticantes e atletas, como para técnicos e diversos profissionais ligados à área da saúde (BARNETT, 2006). Essa etapa do treinamento físico consiste em restaurar a homeostase dos sistemas orgânicos. Segundo Platonov (1992) e Yessis (1987), a recuperação passa pelas seguintes fases: I) recuperação da capacidade de trabalho, em que o organismo tentará restaurar os depósitos de substratos utilizados, eliminar os metabólitos e restaurar os sistemas nervoso, cardiorrespiratório, endócrino e estrutural dos músculos; II) restauração e melhora do estado prévio do desportista (supercompensação); e

III) estabilização de um novo estado de forma física. Negligenciar o tempo necessário para restauração da condição física antes de um novo estímulo caracteriza uma condição inadequada, pois limita o desempenho e aumenta os riscos de lesões. Ao longo do processo de treinamento, uma sucessão inadequada, no que se refere à relação estímulo-recuperação, pode levar a uma condição de *overreaching* ou até mesmo de *overtraining* (FOSTER, 1998).

Dessa forma, visando acelerar o processo de recuperação, muitos métodos têm sido utilizados, tais como: massagem, exercícios ativos de baixa intensidade, contraste quente-frio, crioterapia, estratégias nutricionais e fisioterápicas, dentre outros. Contudo, a falta de padronização para utilização das técnicas e controle das variáveis dificulta a comparação

* Graduado. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo-SP, Brasil.

** Doutoranda. Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

*** Doutor. Departamento de Educação Física da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

de resultados entre estudos de mesma natureza. Dessa forma, o objetivo desta revisão de literatura é definir as respostas do organismo a cada método de recuperação e comparar a eficiência dos diferentes métodos.

EFEITOS DEPRESSORES DO EXERCÍCIO

O exercício físico é uma atividade muscular que gera força e interrompe a homeostase, provocando uma série de respostas fisiológicas (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004). Dessa forma, os componentes estressantes das sessões de treinamento e das competições podem prejudicar, temporariamente, o desempenho dos praticantes. Esse prejuízo pode ser transitório, durando minutos, horas ou até vários dias após o treino ou a competição (BARNETT, 2006), e é resultado de distúrbios metabólicos pós-exercício, em que a recuperação depende da restauração dos estoques de glicogênio muscular, o que geralmente ocorre dentro de 24 horas após exercícios exaustivos (JENTJENS, JEUKENDRUP, 2003). Já os prejuízos mais duradouros podem estar relacionados às lesões musculares tipicamente associadas à atividade física desabituada de alta intensidade ou longa duração, geralmente com um grande componente excêntrico (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

Exercícios de longa duração demandam um grande gasto calórico, ou seja, elevada produção de ATP por meio das vias metabólicas imediatas (fosfagênios-CP), glicólise anaeróbia e aeróbia e lipólise aeróbia (NOAKES, 2000). Bosch, Dennis e Noakes (1993) mostraram que, após pedalar a uma velocidade de 40 km/h durante 4h e 30min, os ciclistas chegaram próximo ao limite de depleção do glicogênio

muscular. Ademais, tem sido mostrada uma relação direta de causa e efeito entre depleção de glicogênio, principalmente muscular, e o desenvolvimento da fadiga durante o exercício prolongado (NOAKES, 2000).

Além da depleção nos estoques de glicogênio, outra ocorrência bastante comum são as lesões musculares induzidas pelo exercício (TEE, BOSCH, LAMBERT, 2007). Os sintomas da lesão muscular induzida pelo exercício são facilmente caracterizados: rigidez, inchaço, diminuição da força de contração muscular, dor muscular tardia e um aumento das proteínas intramusculares no sangue, como a creatina quinase, troponina I, mioglobina e miosina (HOWATSON, VAN SOMEREN, 2008). Tee, Bosch e Lambert (2007) descrevem três fases relacionadas à lesão muscular induzida pelo exercício: 1) rompimento focal das miofibrilas e do citoesqueleto, resultando em ruptura parcial das linhas Z (também ocorrem nas mitocôndrias e no retículo sarcoplasmático), 2) perda na homeostase do cálcio (Ca^{2+}), o que aumenta a ativação das proteases e fosfolipases dependentes do Ca^{2+} que irão atuar na degradação das proteínas estruturais e contráteis, bem como na membrana da miofibra e 3) essas duas fases iniciais são seguidas por uma fase fagocítica, durante a qual a resposta inflamatória permite a remoção do tecido danificado, e a fase de regeneração, durante a qual as fibras musculares danificadas são reparadas.

As lesões induzidas pelo exercício podem ser decorrentes de dois tipos de estresse: metabólico ou mecânico. O modelo de estresse metabólico propõe que os eventos iniciais na lesão muscular induzida pelo exercício são causados por deficiências metabólicas no interior do músculo em plena atividade, ou que as deficiências podem aumentar a vulnerabilidade das fibras musculares ao estresse mecânico. Durante a atividade física,

as vias metabólicas glicolítica e oxidativa têm suas demandas aumentadas para igualar a taxa de síntese com a taxa de hidrólise do ATP (KRISANDA; MORELAND; KUSHMERICK, 1988). No entanto, sempre há alguma redução nas concentrações de fosfatos de alta energia durante a atividade muscular (KRISANDA; MORELAND; KUSHMERICK, 1988). Teoricamente, é possível que os níveis de ATP diminuam as concentrações suficientemente baixas para induzir a lesão muscular, particularmente na depleção grave de glicogênio. Warhol et al. (1985) realizaram um estudo histológico com corredores de maratona e constataram que os danos foram focais e limitados às fibras onde a depleção de glicogênio foi quase completa.

O modelo mecânico refere-se ao dano que ocorre como consequência direta das cargas mecânicas sobre as miofibras. Contrações excêntricas geram um estiramento não uniforme dos sarcômeros e alguns atingem um ponto de ruptura, gerando dano (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008). Tee, Bosch e Lambert (2007) apresentam, em sua revisão de literatura, uma série de estudos que mostraram a síntese de glicogênio muscular prejudicada após exercícios que induzem lesões musculares. Esse prejuízo no mecanismo de síntese de glicogênio pode estar associado tanto à captação, quanto à utilização de glicose pelas fibras musculares danificadas. Inúmeros fatores podem estar relacionados com esses aspectos, como, por exemplo, a diminuição da sensibilidade à insulina, reduzindo a captação de glicose, e o aumento no metabolismo não oxidativo, em decorrência de danos estruturais na mitocôndria concomitante à infiltração de células inflamatórias (i.e. leucócitos, linfócitos e macrófagos), ambos competindo pela glicose disponível para síntese de glicogênio muscular (TEE; BOSCH; LAMBERT, 2007).

A contribuição relativa de cada tipo de estresse muscular pode ser diferente em cada protocolo de exercício utilizado. Portanto, quando há a tentativa de qualificar as lesões musculares induzidas pelo exercício, o principal tipo de estresse causado no músculo deve ser considerado, uma vez que isso terá consequências para a posterior reparação e adaptação (TEE; BOSCH; LAMBERT, 2007). Vickers (2001) mostra que, após uma maratona, a dor foi maior no 1º dia e diminuiu gradativamente; no entanto, após um exercício de *bench-stepping*, a curva de dor muscular tinha a forma de um “U” invertido, atingindo o pico de dor em 48 horas. Essa diferença pode ser devida ao fato de haver diferenças na resposta inflamatória em lesões induzidas por estresse predominantemente mecânico ou predominantemente metabólico.

MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO

1 CRIOTERAPIA

A crioterapia é a aplicação de frio para fins terapêuticos. Trata-se de uma aplicação superficial de gelo que resulta em alterações na temperatura da pele (subcutânea), intramuscular e articular. A diminuição da temperatura tecidual estimula os receptores cutâneos a excitar as fibras simpáticas adrenérgicas, causando a constrição das arteríolas e vênulas locais. Isso resulta em uma redução de inchaço e uma diminuição da taxa metabólica que, por sua vez, reduz a resposta inflamatória, a permeabilidade vascular e a formação de edema (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Yackzan, Adams e Francis (1984) realizaram uma única aplicação de massagem com gelo por 15 minutos imediatamente após o exercício,

ou 24 ou 48 horas após uma sessão de exercício excêntrico em mulheres, e não encontraram nenhum efeito na dor muscular tardia nem na amplitude de movimento. Howatson e Van Someren (2003) utilizaram aplicações de massagem com gelo imediatamente após e em intervalos de 24 horas por 48 horas após exercício excêntrico e notaram uma redução no aparecimento de creatina quinase (CK), porém não encontraram efeito sobre a dor e a função muscular.

Outra forma de aplicação é a imersão em água gelada, que também parece ter pouco sucesso em aliviar as dores musculares e as lesões induzidas pelo exercício. Paddon-Jones e Quigley (1997), após uma sessão de exercícios excêntricos de braço, aplicaram cinco imersões em água gelada ($5^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 20 minutos com um intervalo de 60 minutos entre cada imersão. Os resultados encontrados não mostraram diferenças significativas na dor e na função muscular entre o braço experimental e o braço controle. Eston e Peters (1999) utilizaram um regime de tratamento menos intenso, o qual consistiu em imersões em água a 15°C por 15 minutos, a cada 12 horas, durante três dias após a realização de exercício excêntrico e resultou em uma significativa diminuição da rigidez muscular e da concentração de CK no sangue, mas não teve efeito sobre a dor muscular e força. Da mesma forma, Yanagisawa et al. (2003) demonstraram efeitos benéficos da imersão em água gelada, tanto em aplicações simples após exercício excêntrico, como em repetidas aplicações imediatamente após e 24 horas pós-exercício. Em ambos os casos, houve uma redução da dor muscular em 48 horas.

Em síntese, alguns estudos demonstram efeito da crioterapia na redução de marcadores de lesão muscular no sangue (ESTON; PETERS, 1999; HOWATSON; VAN SOMEREN, 2003), na redução de

sinais e sintomas como percepção do músculo dolorido ou, ainda, no restabelecimento pleno de funções, como amplitude de movimento e força (YANAGISAWA et al., 2003). Todavia, outros estudos apontaram a incapacidade da crioterapia como forma terapêutica para as lesões musculares induzidas pelo exercício (ESTON; PETERS, 1999; PADDON-JONES; QUIGLEY, 1997; HOWATSON; VAN SOMEREN, 2003; YACKZAN; ADAMS; FRANCIS, 1984). Assim, a crioterapia, além do seu efeito analgésico, devido à inibição nervosa, parece oferecer poucos benefícios no tratamento dos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício. As diferenças entre os resultados encontrados nos estudos citados anteriormente podem ser decorrentes da variação na frequência de aplicação de frio (simples ou múltiplas aplicações), no tempo de exposição ao frio, na temperatura da água, bem como no protocolo de exercício utilizado para induzir as lesões musculares.

2 CONTRASTE

A técnica de contraste consiste na alternância de exposição ao frio e ao calor, e tem o intuito de aumentar o metabolismo e, no esporte, tem sido utilizada nos processos de recuperação, visando, também, a maior remoção do lactato sanguíneo (PASTRE et al., 2009). Poucos estudos analisaram o efeito dessa técnica no processo de recuperação, porém, na maioria deles, o contraste se mostrou efetivo no processo de remoção de resíduos metabólicos. Coffey, Leveritt e Gill (2004) utilizaram contraste por 15 minutos em 14 sujeitos ativos e demonstraram melhor sensação de recuperação, quando comparado com o método de recuperação ativa. Outros estudos,

ainda, relataram uma maior taxa de remoção de catabólitos produzidos durante o exercício, relaxamento muscular e melhora na percepção subjetiva de recuperação (MORTON, 2007; GILL; BEAVEN; COOK, 2006). Sendo assim, são necessários mais estudos, atentando para aspectos metodológicos, como número de repetições (quente/frio), tempo total da técnica e variação de temperatura da água.

3 MASSAGEM

A massagem é definida como a manipulação mecânica dos tecidos do corpo com movimentos rítmicos e cadenciados (PASTRE et al., 2009), visando ao aumento do fluxo sanguíneo e consequente redução de edema e dor, aumento da remoção de lactato sanguíneo e alívio das dores musculares tardias (BARNETT, 2006). Para Cheung, Hume e Maxwell (2003), o aumento do fluxo sanguíneo oxigenado em áreas lesadas pode favorecer o restabelecimento da homeostase do Ca^{2+} intramuscular e a renovação mitocondrial de ATP. Rodenburg et al. (1994) observaram uma pequena redução na dor muscular após uma combinação de exercício excêntrico do antebraço, aquecimento, alongamento e massagem (6 minutos de deslizamento superficial e profundo, 30 segundos de tapotagem, 5 minutos de amassamento e 1 minuto de deslizamento profundo com intensidade decrescente). Porém, o efeito da massagem neste estudo não pode ser isolado do efeito do aquecimento e do alongamento. Resultados semelhantes foram demonstrados por Zainuddin et al. (2005), sendo que apenas 10 minutos de aplicação de massagem 3 horas pós-exercício excêntrico reduziu significativamente dor muscular, CK e circunferência do membro, porém não apresentou efeito sobre

o desempenho muscular (força e amplitude de movimento). Não obstante, uma redução nos níveis de CK no sangue de participantes massageados (deslizamento, amassamento e vibração) por 30 minutos 2 horas após o exercício excêntrico foi relatado (SMITH et al., 1994). Esses resultados confirmam os de dois estudos: o de Hilbert, Sforzo e Swensen (2003), os quais também encontraram redução da dor, mas nenhuma mudança na função muscular (força ou amplitude de movimento) em 20 minutos de massagem aplicada 2 horas após o exercício excêntrico máximo, e o de Tiidus e Shoemaker (1995), que também encontraram menor sensação de dor muscular tardia, com massagem (3 horas após o exercício) do que sem tratamento em 48 horas pós-exercício excêntrico intenso; no entanto, não encontraram diferenças em relação à recuperação da força pós-exercício entre a perna massageada e a perna controle em 96 horas pós-exercício.

Outros estudos não mostraram efeitos benéficos da massagem sobre a sensação de dor muscular tardia. Weber, Servedio e Woodall (1994) não encontraram melhoras na dor muscular, tampouco na recuperação da força pós-exercício com a aplicação de massagem imediatamente após e 24 horas depois de uma sessão de exercício excêntrico de alta intensidade. Da mesma forma, Hart, Swanik e Tierney (2005) também não encontraram nenhum efeito da aplicação de três sessões (24, 48 e 72 horas após exercício) de 5 minutos de massagem (dois ciclos de 75 segundos de amassamento + 75 segundos de deslizamento) na redução da dor muscular.

Esses resultados sugerem que o momento de aplicação da massagem pode ser um fator determinante na redução dos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício. Porém, esta pode ser uma conclusão equivocada, uma vez que existem poucos

estudos que analisaram os efeitos de uma intervenção precoce. Se a massagem reduz a percepção de dor sem o acompanhamento de uma recuperação fisiológica ou de desempenho, o atleta pode tentar treinar com cargas além da sua capacidade atual. Isso pode levar a um patamar inadequado de estresse, níveis indesejáveis de fadiga e maior risco de lesão. A maioria dos estudos indica que a massagem pode ser eficaz em minimizar a sensação de dor muscular, porém falha em demonstrar seu efeito sobre a função muscular e o desempenho. Essa inconsistência nos resultados das pesquisas pode ser atribuída a uma série de limitações metodológicas (treinamento inadequado do terapeuta, diferentes técnicas de massagem utilizadas, variação no tempo e intensidade de aplicação da massagem e duração insuficiente do tratamento). Em síntese, até o presente momento, as provas não suportam a massagem como um método eficiente na recuperação pós-exercício.

4 SUPLEMENTAÇÃO

Suplementação é a ingestão de produtos antes, durante e/ou após os exercícios, visando auxiliar no consumo energético e/ou do aporte vitamínico e mineral (BURKE; READ, 1993). Os principais suplementos utilizados durante os exercícios ou como forma de auxiliar na recuperação são: carboidrato, proteína, aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's) e antioxidantes.

4.1 Carboidrato e proteína

O momento da ingestão e a composição do suplemento consumido após o exercício podem aprimorar o processo de recuperação e o reparo tecidual após exercício de alto volume

(KERKSICK et al., 2008). A ingestão de carboidrato antes do exercício visa maximizar os estoques endógenos de glicogênio, manter a glicemia durante os exercícios de *endurance* e, ainda, reduzir as lesões musculares relacionadas ao exercício (KAVOURAS; TROUP; BERNING, 2004). Esses autores aplicaram, em 12 ciclistas treinados, um protocolo de 45 minutos a 82% do $VO_{2máx}$ após 6 dias de uma dieta rica (600 g) ou pobre (100 g) em carboidrato. Foram verificadas maiores concentrações de glicogênio muscular antes do exercício, bem como maior aparecimento de glicose sanguínea tanto durante quanto após exercício, para a condição elevada de carboidratos, comparada à condição pobre. Bussau et al. (2002) demonstraram que consumir uma dieta rica em carboidrato de alto índice glicêmico (10g/kg/dia) por menos de um dia pode produzir um significativo aumento dos níveis de glicogênio muscular, os quais podem durar por até 3 dias. Segundo Jentjens et al. (2001) e Jentjens e Jeukendrup (2003), se um atleta está com os estoques de glicogênio depletados, a ingestão de 0,6-1g de carboidrato/kg/h durante os primeiros 30 minutos, e novamente a cada 2 horas por 4-6 horas, pode repor os estoques. Da mesma forma, Van Loon et al. (2000) defendem que a máxima taxa de ressíntese de glicogênio é atingida quando 1,2 g de carboidrato/kg/h é consumida a cada 15-30 minutos. Sendo assim, a ingestão frequente de carboidratos em quantidades elevadas ao longo de 4-6 horas após exercício é recomendada para garantir a recuperação do glicogênio muscular e hepático (JEUKENDRUP; JENTJENS; MOSELEY, 2005). Em contraste, Febbraio e Stewart (1996) administraram uma refeição de alto índice glicêmico 45 minutos antes do exercício em bicicleta por 135 minutos. Esses autores não encontraram alteração tanto na utilização de glicogênio muscular quanto no

desempenho, comparado ao consumo de uma refeição de baixo índice glicêmico ou água. Posteriormente, Febbraio et al. (2000a) não encontraram diferenças no desempenho após 150 minutos de ciclismo a 70% do $VO_{2máx}$ quando uma refeição de alto índice glicêmico ou baixo índice glicêmico foi consumida 30 minutos antes do exercício.

A ingestão conjunta de proteína e carboidrato, 15 minutos antes ou após completar uma sessão de exercício excêntrico potencialmente lesivo, não foi capaz de alterar marcadores de lesão muscular como CK e produção de força máxima (WHITE et al., 2008). Kerksick et al. (2008) apresentaram, em sua revisão de literatura, uma série de estudos que demonstram que a suplementação apenas com carboidrato (McCONNELL et al., 1999; FIELDING et al., 1985; PATTERSON; GRAY, 2007; FEBBRAIO et al., 2000(b); NICHOLAS, 1995; WIDRICK et al., 1993) ou de uma mistura de carboidrato e proteína (IVY et al., 2003; SAUNDERS; LUDEN; HERRICK, 2007) exerce um efeito positivo na manutenção da glicemia durante o exercício e na melhora do rendimento. Ivy et al. (2002) demonstraram que ciclistas que realizaram um teste de ciclismo intenso de 2,5 horas e ingeriram, imediatamente e 2 horas após o exercício, bebida rica ou pobre em carboidrato, não tiveram diferenças na depleção de glicogênio; porém, ciclistas que consumiram uma mistura de carboidrato, proteína e gordura obtiveram uma maior taxa de reposição dos estoques de glicogênio muscular, concluindo que esse tipo de suplementação foi mais efetiva, devido à maior resposta insulínica. Berardi et al. (2006) e Tarnopolski et al. (1997) utilizaram sessões de ciclismo de 60-90 minutos em diferentes situações, antes da ingestão de carboidrato e proteína ou apenas carboidrato, concluindo que a ingestão de qualquer uma das preparações de carboidrato resultou em uma maior restauração do glicogênio muscular,

quando comparado ao placebo. Porém, níveis ainda maiores de glicogênio foram verificados quando a combinação de carboidrato e proteína foi consumida após o exercício (BERARDI et al., 2006). A disponibilidade de aminoácidos essenciais, principalmente os BCAA's, tem sido relacionada com uma melhora na recuperação, a qual ocorre por meio da otimização da taxa de ressíntese de proteína, bem como a de glicogênio após o exercício (IVY, 1998; IVY et al., 2002; TARNOPOLSKI, 1997). Esses estudos sugerem que a ingestão de carboidratos (1,5 g/dia/kg) dentro de 30 minutos após o término do exercício promove a restauração do glicogênio muscular, enquanto a adição de proteína, principalmente na forma de aminoácidos essenciais, pode ter benefícios adicionais no aumento da ressíntese de proteína e glicogênio musculares.

Tem sido mostrado que a ressíntese de glicogênio fica prejudicada após a realização de exercício excêntrico de alta intensidade (CONNOLLY et al., 2006b). Costill et al. (1990) identificaram uma significativa redução na ressíntese de glicogênio no músculo quadríceps após contrações excêntricas de extensão de joelho seguidas de 60 minutos de ciclismo a 70% do $VO_{2máx}$ quando comparado ao membro controle. Isso pode ocorrer, devido ao fato de que as células inflamatórias presentes no membro exercitado competem pela glicose circulante com as fibras musculares. As pesquisas publicadas a respeito da utilização da suplementação com carboidratos para prevenir ou aliviar os sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício têm mostrado pouca eficiência desse método. Close et al. (2005) compararam dietas rica (77%) e pobre (11%) em carboidrato, durante 48 horas, antes de 30 minutos de corrida em descida e não encontraram diferença significativa entre as dietas na dor muscular, CK, glutatona total e

função muscular. Esses resultados reforçam os de outros estudos que também não encontraram diferenças significativas entre os conteúdos de glicogênio depletado ou não depletado para dor muscular, força isométrica máxima, ângulo do joelho relaxado e circunferência da coxa depois de 15 minutos de corrida em descida (NELSON; CONLEE; PARCELL, 2004).

A utilização da suplementação com proteína no intuito de prevenir ou aliviar os sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício é pouco estudada. Shimomura et al. (2006) administraram 5 g de BCAA 15 minutos antes de um exercício de agachamento, e os resultados encontrados demonstraram uma redução na dor muscular 4 dias após o exercício para as mulheres, mas não para os homens. Os autores sugerem que essa discrepância nos resultados entre os sexos pode ser atribuída à menor dose relativa nos homens. Reforçando esses dados, Greer et al. (2007) submeteram 9 homens não treinados a 3 testes de 90 minutos a 55% do $VO_{2máx}$ (separados por 8 semanas). Em cada teste, os indivíduos consumiam uma bebida contendo carboidrato, BCAA ou placebo, imediatamente antes e no minuto 60 de exercício, mostrando uma menor atividade da CK e uma menor percepção subjetiva de dor 24 horas após o exercício com a suplementação de BCAA. Outro estudo analisou duas estratégias de suplementação com aminoácidos: uma suplementou 3,6 g 30 minutos antes e imediatamente após o exercício (900 repetições de flexão de braço) e não promoveu efeito em nenhum marcador de lesão muscular; quando a suplementação foi estendida por 4 dias após o exercício (totalizando 36 g de aminoácidos), houve uma significativa diminuição na CK, mioglobina sanguínea e dor muscular (NOSAKA; SACCO; MAWATARI, 2006).

Utilizando um protocolo que consistia em dois testes de ciclismo até a exaustão, o

primeiro a 75% do $VO_{2máx}$ e o segundo a 85% do $VO_{2máx}$ 12-15 horas após, e comparando a ingestão de carboidrato apenas com a ingestão de uma bebida contendo carboidrato e proteína durante e imediatamente após o exercício, os autores encontraram uma significativa redução das concentrações de CK e uma significativa melhora do desempenho. Esses achados indicam que a ingestão conjunta de carboidrato e proteína aumenta o tempo até a exaustão e reduz as lesões musculares em exercícios de *endurance* prolongados. Da mesma forma, Wojcik et al. (2001) encontraram discretas reduções nos níveis de CK após exercício excêntrico (100 contrações excêntricas de quadríceps) executado em um estado de glicogênio depletado em decorrência da ingestão de uma mistura de carboidrato e proteína 2 horas e imediatamente antes do exercício, porém, em contraste, esse estudo não apresentou diferenças em outros marcadores de lesão muscular (função muscular, IL-6 sanguíneo ou 3-metil-histidina na urina).

Enquanto existem evidências de que a ressíntese de glicogênio fica prejudicada pela lesão muscular induzida pelo exercício, parece que a suplementação com carboidrato tem pouco ou nenhum efeito na atenuação dos sinais e sintomas dessas lesões. Por outro lado, há evidências de que a suplementação com proteína ou uma mistura de proteína com carboidrato pode promover proteção contra as lesões musculares induzidas pelo exercício.

4.2 Antioxidantes

As contrações musculares resultam no aumento da produção de radicais e outras espécies reativas de oxigênio (EROs); uma vez que essas moléculas são prejudiciais ao organismo, não é surpresa que células musculares possuam mecanismos de defesa para reduzir os riscos de

danos oxidativos (POWERS et al., 2004). Para muitos autores, como Powers et al. (2004), Bloomer (2007) e Howatson e Van Someren (2008), os antioxidantes da dieta interagem com os antioxidantes endógenos para gerar uma rede cooperativa, diminuindo a produção de EROs e os danos associados a elas. Tem sido sugerido que as EROs podem desempenhar um papel tanto na iniciação, quanto na progressão da lesão das fibras musculares. Essa lesão pode resultar de períodos temporários de isquemia seguida de reperfusão e geração de xantina oxidase. Além disso, a atividade respiratória dos neutrófilos pode dar origem às EROs durante ou após o exercício extenuante. Essas espécies reativas podem promover a oxidação de várias proteínas, incluindo as responsáveis pela liberação de cálcio, como os receptores de rianodina associados ao retículo sarcoplasmático. Além disso, a atividade da adenosina trifosfatase é inibida com a exposição às EROs. Prejuízos na liberação e reabsorção de cálcio podem causar a perda da capacidade contrátil do músculo e diminuem a produção de força. Isso, juntamente com a degeneração do sarcolema, devido à extensa peroxidação lipídica e dano oxidativo a proteínas estruturais e contráteis no interior do músculo, podem levar a uma queda no desempenho muscular. Acredita-se que a terapia com antioxidantes pode funcionar para atenuar os sinais e sintomas de lesões musculares, talvez por minimizar os efeitos prejudiciais das EROs (GOLDFARB, 1999).

A maioria dos estudos com antioxidantes estão focados na administração de vitamina C (ácido ascórbico) e/ou vitamina E (tocoferol). A suplementação com 3000 mg/dia de vitamina C durante 14 dias que antecederam 70 contrações excêntricas dos flexores de cotovelo e de 4 dias pós-exercício parece capaz de reduzir significativamente a dor muscular durante as

primeiras 24 horas pós-exercício, porém após esse período, uma redução não significativa da dor foi observada nas 96 horas seguintes (BRYER; GOLDFARB, 2006). Ainda nesse estudo, os autores não encontraram efeito da suplementação com vitamina C na redução de CK entre 48 e 96 horas pós-exercício, na máxima força isométrica ou na amplitude de movimento. Esse estudo suporta os achados de Kaminsky e Boal (1992), os quais demonstraram que 3000 mg/dia de vitamina C administradas durante 3 dias antes, durante e 4 dias pós-exercício (15 minutos de flexão e extensão plantar) diminuíram a dor muscular. Além disso, Thompson et al. (2001) mostraram, anteriormente, que a suplementação com 400 mg/dia de vitamina C durante 12 dias anteriores a 90 minutos de corrida intermitente foi capaz de reduzir significativamente os níveis de interleucina-6 (IL-6) e dor muscular, embora não tenha promovido efeito nenhum sobre CK e função muscular.

Em contraste a esses estudos, Connolly et al. (2006a) mostraram que a suplementação de 3000 mg/dia com vitamina C durante 3 dias antes e 5 dias após exercício excêntrico não teve nenhum efeito sobre a perda de força, dor muscular ou amplitude de movimento. Além disso, Childs et al (2001) relataram que a suplementação com vitamina C pode ser contraindicada na redução das lesões induzidas pelo exercício, uma vez que promove aumentos na CK e lactato desidrogenase (indicativo de diminuição da integridade da membrana) quando administradas 12,5 mg/kg de vitamina C e 10 mg/kg de N-acetilcisteína (promove o aumento da glutathiona intracelular) durante 7 dias, seguidos de 30 contrações excêntricas dos flexores do cotovelo. Da mesma forma, a administração de 1000 mg/dia de vitamina C, 2 horas antes e durante 14 dias após corrida em descida retarda a recuperação da função

muscular, apesar de ser eficaz em atenuar o aumento das EROs (CLOSE et al., 2006).

Por sua vez, a suplementação com 1000 IU/dia de vitamina E durante 12 semanas antes da execução de um exercício prejudicial aos músculos apresentou uma resposta atenuada da CK (SACHECK et al., 2003). O mesmo ocorreu no estudo conduzido por McBride et al. (1998), os quais utilizaram uma dose de 1200 IU/dia de vitamina E durante 14 dias. Sumida et al. (1989) demonstraram que 4 semanas de suplementação de vitamina E impediram o aumento de marcadores de lesão muscular, observada nos não suplementados controles após exercício máximo de ciclismo de alta intensidade. Em contraste, Beaton et al. (2002) concluíram que, apesar de 1200 IU/dia de vitamina E tomadas durante 30 dias antes de 240 contrações excêntricas máximas terem proporcionado um aumento quase triplo na concentração de vitamina E sanguínea, não houve efeito na CK sérica, surgimento de rompimento das linhas-Z, torque muscular ou dor muscular. Ainda sob esse aspecto, Helgheim et al. (1979) relataram que a suplementação com vitamina E foi ineficaz em prevenir o aumento dos marcadores sanguíneos de lesão muscular.

Alguns estudos têm investigado o efeito sinérgico da combinação de vitamina C e E. Shafat et al. (2004) relataram que uma dose de 500 mg/dia de vitamina C e 1200 IU/dia de vitamina E tomadas durante 37 dias atenuou o declínio do torque excêntrico durante 300 contrações excêntricas máximas dos extensores do joelho e na função muscular por 2 dias pós-exercício, em comparação a um grupo controle.

Mulheres que ingeriram uma dose diária de vitaminas C (1000 mg) e E (400 IU) durante 14 dias antes e 2 dias após exercício excêntrico dos flexores de cotovelo demonstraram diminuídas concentrações de indicadores de

estresse oxidativo e lesão muscular no sangue (GOLDFARB; BLOOMER; McKENZIE, 2005). Por outro lado, a suplementação prévia com 1000 mg/dia de vitamina C e 300 mg/dia de vitamina E durante 6 semanas não exerceu efeito sobre os marcadores de danos musculares (CK e lactato desidrogenase) ou função muscular dos isquiotibiais e quadríceps após uma ultramaratona de 50 km (MASTALLOUDIS et al., 2006). Da mesma forma, Kanter, Nolte e Holloszy (1993) relataram que a suplementação diária com uma mistura de antioxidantes (30 mg de b-caroteno, 592 mg de vitamina E e 1000 mg de vitamina C) não foi capaz de impedir o aumento de indicadores de estresse oxidativo induzido pelo exercício após corrida de moderada a alta intensidade em esteira.

Em síntese, a literatura é ambígua e contraditória, no que diz respeito aos efeitos da suplementação com antioxidantes no processo de recuperação. Diferenças na dose no momento da suplementação e os exercícios utilizados podem dificultar uma conclusão definitiva; no entanto, sugere-se que, a longo prazo, a suplementação com vitamina C e E, ou a combinação entre elas, pode reduzir os sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício através da redução das EROs.

5 A LONGAMENTO

O alongamento dos músculos tem como função primária aumentar a amplitude de movimento sobre as articulações (BARNETT, 2006). Porém, o alongamento tem sido amplamente utilizado no momento pré-exercício como forma de prevenir lesões e no período pós-exercício para aliviar espasmos musculares e auxiliar na redução de edemas (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003), podendo, dessa forma, acelerar o processo de recuperação após

exercícios. Uma breve metanálise de cinco estudos encontrou que o alongamento pode reduzir a dor 72 horas após o exercício em 2 mm numa escala análoga de 100 mm, mas essa magnitude não é estatisticamente significativa (HERBERT; GABRIEL, 2002). Pizza et al. (2002) mostraram que o alongamento passivo executado antes de exercício excêntrico reduz a resposta inflamatória, sugerindo, assim, que o alongamento anterior ao exercício pode proteger as fibras musculares contra lesões induzidas pelo exercício. Da mesma forma, Koh e Brooks (2001) relataram que o alongamento passivo promove proteção contra dano muscular quando o exercício prejudicial é executado 2 semanas depois; além disso, a magnitude dessa proteção era de aproximadamente 50% daquela oferecida pela realização de exercício excêntrico anterior. Foram mostradas atividade reduzida de CK e perdas atenuadas de força quando o alongamento é executado em combinação com aquecimento e massagem pós-exercício (RODENBURG et al., 1994).

De forma contrária, foi relatado que o alongamento estático executado antes de exercício excêntrico não resultou em nenhum efeito na dor muscular e na força máxima (JOHANSSON et al., 1999; LUND et al., 1998) ou na resposta de CK (LUND et al., 1998). É importante notar que ambos os estudos foram realizados com mulheres; é possível que a diferença de sexo possa justificar esses achados. Porém, High, Howley e Franks (1989) também não observaram efeito do alongamento passivo na dor muscular em uma amostra mista (homens e mulheres) após exercício excêntrico.

A maioria dos estudos envolvendo o alongamento após a sessão de exercício não mostrou efeito benéfico na redução da dor muscular tardia. Buroker e Schwane (1989) induziram dor muscular tardia em 23 sujeitos com 30 minutos de *step* e não encontraram nem

alívio temporário da dor imediatamente após o alongamento, tampouco redução da dor em um período de três dias pós-exercício. A realização de alongamento antes ou depois de uma sessão de exercício que induziu dor muscular tardia não se mostrou efetiva para a redução subjetiva da dor nas 72 horas seguintes ao exercício (WESSEL; WAN, 1994). Da mesma forma, Gulick et al. (1996) também não demonstraram efeito positivo de 10 minutos de alongamento estático, como forma de reduzir os sinais e sintomas da dor muscular tardia após exercício excêntrico.

A literatura atual relata eficácia reduzida do alongamento como forma de prevenir ou reduzir as lesões musculares induzidas pelo exercício. Porém, previamente foi destacado que outros protocolos de alongamento ainda não investigados, como facilitação neuromuscular, técnicas de alongamento balístico ou dinâmico, podem ser benéficos, o que direciona para pesquisas futuras.

6 DROGAS ANTI-INFLAMATÓRIAS NÃO ESTEROIDAIAS

Esse tipo de droga é amplamente utilizado, principalmente, pelos seus efeitos de alívio da dor e efeito anti-inflamatório. Elas agem inibindo as enzimas envolvidas na síntese de prostaglandinas, potentes moduladores inflamatórios (BARNETT, 2006). Uma diminuição na resposta inflamatória leva a uma redução de edema muscular e de pressão intramuscular, dois fatores que contribuem para a dor muscular (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Os exemplos mais comuns desse tipo de droga são: ibuprofeno, aspirina e diclofenaco. Lanier (2003) notou que as pesquisas são contraditórias quanto ao efeito dos anti-inflamatórios na força muscular e na

taxa de recuperação da função muscular após exercício.

A administração profilática de cetoprofeno mostrou-se significativa para atenuar a dor e acelerar a recuperação da função muscular após exercício excêntrico máximo. Com doses de 25 e 100 mg reduziu-se a dor em 19 e 10% respectivamente e, ainda, aumentou-se a função muscular em 9 e 16% respectivamente (SAYERS et al., 2001). Similarmente, Hasson et al. (1992, 1993) relataram redução significativa na percepção de dor muscular em 48 horas após exercício para um grupo experimental que recebeu administração terapêutica ou profilática de ibuprofeno, dexametasona e aspirina, quando comparado com um grupo placebo e/ou controle. Da mesma forma, outros autores também encontraram efeitos positivos da administração de anti-inflamatórios no processo de recuperação. O'Grady et al. (2000) demonstraram uma redução na inflamação muscular e CK após 20 minutos de *step* extenuante. Foram administrados 150 mg de diclofenaco de sódio oral (Voltarem®) durante 27 dias e a sessão de exercício foi realizada no 15º dia de administração da droga. Além disso, ibuprofeno administrado antes e depois do exercício (2400 mg) atenuou a lesão muscular, confirmado pela redução de CK no sangue (PIZZA et al., 1999). Tokmakidis et al. (2003) também relataram menor dor muscular em 24 horas e CK reduzida em 48 horas após exercício excêntrico de flexão/extensão de perna quando 400 mg de ibuprofeno foi administrada a cada 8 horas durante 48 horas. Porém, não houve efeito em relação à força máxima, no salto vertical ou na amplitude de movimento do joelho.

Outros autores não mostraram efeito positivo na percepção de dor muscular após utilização de anti-inflamatórios. Donnelly, Maughan e Whiting (1990) administraram 1200 mg de ibuprofeno em 16 participantes

antes de uma corrida em descida de 45 minutos a uma velocidade que gerou 70% da frequência cardíaca máxima e, em seguida, 600 mg a cada 6 horas durante 72 horas pós-exercício. A dose total (8400 mg) administrada por Donnelly, Maughan e Whiting (1990) foi sete vezes maior do que a dose utilizada por Hasson et al. (1993); no entanto, apesar da administração profilática e terapêutica, nesse estudo, o efeito dos anti-inflamatórios foi mínimo se comparado ao grupo placebo de 16 participantes. O ibuprofeno não afetou a dor muscular, a força muscular ou o tempo de resistência isométrica a 50% da força máxima. CK sérica e ureia foram maiores no grupo do ibuprofeno após a corrida. Segundo Gulick et al. (1996), altas doses de anti-inflamatórios podem impedir a produção de proteínas miofibrilares e atrasar o processo de reparo do tecido danificado. Da mesma forma, a administração de flurbiprofeno, desde o dia anterior ao exercício até 4 dias após, não apresentou nenhum efeito sobre a atividade enzimática nem sobre a dor muscular nas 48 horas pós-exercício para 6 ciclistas treinados que completaram três testes de 30 minutos a 80% do consumo máximo de oxigênio em um cicloergômetro (KUIPERS et al., 1985).

O uso crônico de anti-inflamatórios também tem sido relacionado a certos efeitos adversos, como, por exemplo, o aumento da incidência de úlceras gástricas, insuficiência renal e danos hepáticos (ADAMS et al., 1989; BALDWIN-LANIER, 2003). Os pesquisadores devem, portanto, reconhecer as potenciais consequências advindas do uso de anti-inflamatórios ao público em geral, no que se refere às contraindicações relacionadas a essas drogas; além disso, devem reconhecer a sua responsabilidade como educadores contra o abuso de fármacos. Essa inconsistência dos resultados pode ser atribuída ao momento da administração da droga e/ou à dosagem da

droga utilizada, bem como aos métodos de indução e quantificação das lesões musculares. Uma vez que os resultados encontrados não são conclusivos e que existe um potencial efeito negativo do uso prolongado de drogas anti-inflamatórias, não é recomendada a utilização desse método como forma de prevenir ou acelerar o processo de recuperação das lesões induzidas pelo exercício.

7 RECUPERAÇÃO ATIVA

É a realização de exercícios contínuos aeróbios de baixa intensidade (PASTRE et al., 2009). Essa prática é capaz de reduzir os sintomas das lesões induzidas pelo exercício, uma vez que promove um aumento no fluxo sanguíneo e consequente elevação da taxa de remoção de resíduos nocivos. Além disso, aumenta a liberação de endorfina, causando um efeito analgésico, porém esse efeito é temporário e a dor pode voltar, logo que o exercício é cessado (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003; HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008). Estudos que analisaram o efeito terapêutico do exercício nas lesões induzidas têm mostrado resultados contraditórios. Em um estudo com jogadores de rugby, Gill, Beaven e Cook (2006) demonstraram que a recuperação ativa, assim como terapia de contraste e roupas de compressão, são significativamente mais eficientes do que a recuperação passiva na redução de CK. Porém, esses resultados não estão de acordo com os encontrados por Suzuki et al. (2004), os quais não observaram efeitos da recuperação ativa em jogadores de rugby após a partida.

A execução de 8 (WEBER; SERVEDIO; WOODALL, 1994) a 10 minutos (GULICK et al., 1996) de ergômetro de braço imediatamente

após uma atividade muscular excêntrica de cotovelo (induzindo dor muscular tardia) (WEBER; SERVEDIO; WOODALL, 1994) e extensores do pulso (GULICK et al., 1996) não revelaram diferenças estatisticamente significativas na dor muscular em 24, 48 e/ou 72 horas após o exercício quando comparado com o grupo controle. Outros estudos também obtiveram êxito com a utilização da recuperação ativa em exercícios em cicloergômetro a 40% (DUPONT et al., 2004) ou a 20% do $VO_{2máx}$ (TAKAHASHI et al., 2005). Em contraste, Hasson, Williams e Signorile (1989) relataram significativa redução da dor muscular tardia 48 horas após exercício isocinético concêntrico de alta velocidade (6x20 contrações voluntárias máximas dos flexores e extensores de joelho a 5.23 rad/sec), executados 24 horas após exercício de *bench-stepping*. Essa contradição nos achados pode ser devida ao fato da utilização de diferentes protocolos de exercícios, como tipo, momento e intensidade. Da mesma forma, Martin et al. (2004) não encontraram diferenças significativas no tempo de recuperação dos processos contráteis quando compararam a recuperação ativa com estimulação mioelétrica e recuperação passiva. Bonen et al. (1985) analisaram a taxa de ressíntese de glicogênio durante recuperação passiva e ativa. Os resultados sugerem que a recuperação ativa pode limitar a ressíntese de glicogênio. Porém, outros dois estudos não relataram diferenças significativas na ressíntese de glicogênio após ambos os métodos, passivo e ativo, de recuperação, mas possivelmente porque a duração da recuperação foi de apenas 10 (BANGSBO et al., 1994) ou 15 minutos (McAINCH, 2004), o que pode ser insuficiente para a ocorrência de uma ressíntese significativa.

Como ocorre com as outras técnicas, na recuperação ativa, não se sabe claramente qual

o tipo e a intensidade do exercício, bem como o tempo de exposição mais adequado para a redução nos riscos das lesões induzidas pelo exercício sem haver prejuízo no processo de ressíntese do glicogênio muscular e hepático.

8 OUTROS

Existem, ainda, inúmeros outros métodos que podem ser utilizados como forma terapêutica, os quais visam acelerar o processo de recuperação pós-exercício, tais como: estimulação mioelétrica, ultrassom, terapia de oxigênio hiperbárico, roupas de compressão, homeopatia, dentre outros. Porém, esses métodos são mais caros e complexos de serem aplicados ou ainda são novidades (i.e., roupas de compressão); por essa razão, poucos estudos que têm analisado seu potencial efeito benéfico no processo de recuperação são encontrados na literatura. Barnett (2006) concluiu que as pesquisas publicadas não suportam a possível eficácia da terapia de oxigênio hiperbárico como uma modalidade de recuperação no programa de treinamento de atletas de elite. O custo do tratamento, tanto de equipamentos como de pessoal devidamente qualificado, o possível risco de toxicidade ao oxigênio e o risco de explosão são barreiras adicionais para o uso da terapia de oxigênio hiperbárico (BARNETT, 2006; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

A utilização de estimulação mioelétrica tem mostrado ser benéfica no tratamento das lesões musculares induzidas pelo exercício e na redução da dor muscular (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Porém, para Barnett (2006), a estimulação mioelétrica não acelera o processo de recuperação. As principais adversidades para a utilização dessa técnica são a necessidade de um treinamento específico para

a aplicação e os altos custos dos equipamentos (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003; BARNETT, 2006). Além disso, essa técnica tem como alvo músculos isolados, o que pode ter pouca validade em um ambiente atlético, uma vez que indivíduos raramente experimentam danos e dor em músculos isolados (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

Existem estudos que demonstraram alguma melhora no processo de recuperação de jogadores de rugby após uma partida com a utilização de roupas de compressão, porém os resultados a respeito dessa técnica ainda não são claros (BARNETT, 2006). Kraemer et al. (2001) demonstraram prevenção na perda de extensão de cotovelo, redução do inchaço e aceleração na recuperação da taxa de produção de força em homens não treinados que utilizaram continuamente uma “manga” compressor após a indução de dor muscular através de um exercício excêntrico de flexão de cotovelo. Porém, mais estudos são necessários para confirmar os benefícios iniciais das roupas de compressão no combate aos sinais e sintomas das lesões induzidas e da dor muscular tardia (BARNETT, 2006; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Tanto a homeopatia como o ultrassom são técnicas pouco estudadas no âmbito esportivo e os resultados encontrados demonstram pouco ou nenhum efeito dessas técnicas no processo de recuperação pós-exercício (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parece certo que uma sessão de exercício de longa duração é capaz de produzir alterações depressoras no organismo, como, por

exemplo, uma acentuada depleção dos estoques de glicogênio muscular e hepático, bem como a ocorrência de lesões musculares induzidas pelo exercício. Essas lesões são decorrentes de um estresse metabólico e mecânico causado pelo exercício, havendo o predomínio de um sobre o outro, conforme variam as atividades realizadas.

Uma vez que a origem das lesões pode variar de acordo com o exercício realizado, é de se esperar que os efeitos neuromusculares, metabólicos e fisiológicos variem também, o que dificulta a utilização de uma intervenção eficiente no combate a essas lesões e que acelere o processo de recuperação pós-exercício.

Dentre os métodos revisados neste trabalho, a suplementação com carboidrato e/ou proteína foi capaz de promover uma ressíntese mais acentuada de glicogênio e proteínas musculares. Além disso, a suplementação com proteína apenas, ou combinada ao carboidrato, também foi eficiente na proteção contra as lesões musculares induzidas pelo exercício, o que favorece, ainda mais, a ressíntese de glicogênio, uma vez que esse processo está prejudicado quando há uma lesão e/ou um processo inflamatório instalado.

Outros métodos, como a crioterapia, o contraste, a massagem, a suplementação com antioxidantes e a recuperação ativa, apresentaram resultados inconsistentes, muito provavelmente devido à grande discrepância entre os protocolos utilizados, que variam muito quanto à dose, frequência, intensidade,

duração e ao momento da aplicação do método recuperativo, assim como o estado de treinamento dos participantes e os exercícios realizados durante o estudo.

O ultrassom, a terapia de oxigênio hiperbárico, as roupas de compressão e a homeopatia apresentam poucos estudos na literatura e seus resultados são conflitantes, o que não permite que cheguemos a uma conclusão definitiva. O alongamento mostrou ser pouco eficaz no combate aos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício, porém outras técnicas (facilitação neuromuscular, técnicas de alongamento balístico ou dinâmico) são potenciais alvos de estudos.

Os anti-inflamatórios também apresentaram resultados bastante ambíguos, mas, por terem um potencial efeito prejudicial quando utilizado exacerbadamente e por longos períodos, não são recomendados como uma forma profilática ou terapêutica para as lesões pós-exercício. Sendo assim, novas pesquisas a respeito da eficácia desses métodos como forma de acelerar o processo de recuperação pós-exercício são extremamente necessárias. Porém, deve-se atentar para uma padronização do tipo de exercício utilizado para induzir os efeitos depressores do exercício, bem como da forma como os métodos são utilizados, podendo, assim, estabelecer um consenso de qual é o principal e mais eficiente método de recuperação a ser aplicado pós-exercícios de longa duração.

ABSTRACT

Post-exercise recovery is a key factor within every physical training program for athletes and non-athletes alike, as well as coaches and health professionals. Thus, knowledge on the post-exercise recovery process and the efficacy of the recovery modalities in enhancing between-training session (to increase training frequency and/or training loads qualitatively) is essential. Therefore, prophylactic or therapeutic interventions that might reduce the negative effects of exercise-induced muscle damage, thereby speeding recovery, are of great interest to researchers, coaches and athletes. As such, the purpose of this review was to describe the physiological responses to post-exercise recovery modalities currently used to aid athlete recovery during the training process, and consequently enhance performance.

Keywords: Recovery modalities. Exercise-induced muscle damage. Delayed onset muscle soreness

REFERÊNCIAS

- ADAMS, S.S. et al. Absorption, distribution, and toxicity of ibuprofen. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v. 15, no. 2, p. 1310-1330, sep. 1989.
- BALDWIN-LANIER, A. Use of anti-inflammatory drugs following exercise-induced muscle injury. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, no. 3, p. 177-185, 2003.
- BANGSBO, J. et al. Muscle lactate metabolism in recovery from intense exhaustive exercise: impact of light exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 77, no. 4, p. 1890-1895, oct. 1994.
- BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, no. 9, p. 781-796, 2006.
- BEATON, L. J. et al. Contraction-induced muscle damage is unaffected by vitamin E supplementation. **Medicine and Science Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 34, no. 5, p. 798-805, 2002.
- BERARDI, J. M. et al. Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 38, no. 6, p. 1106-1113, jun. 2006.
- BERNARDI, J.M.; NORREN, E.E.; LEMON, P.W.R. Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Woodland Park, v. 5, no. 24, dec. 2008.
- BLOOMER, R. J. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, no. 6, p. 519- 532, 2007.
- BONEN, A. et al. Mild exercise impedes glycogen repletion in muscle. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 58, no. 5, p. 1622-1629, may. 2003.
- BONEN, A. et al. Mild exercise impedes glycogen repletion in muscle. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v. 58, no. 5, p. 1622-1629, 1985.
- BOSCH, A. N.; DENNIS, S. C.; NOAKES, T. D. Influence of carbohydrate loading on fuel substrate turnover and oxidation during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 74, no. 4, p. 1921-1927, apr. 1993.
- BRYER, S. C.; GOLDFARB, A. H. Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 16, no. 3, p. 270-280, jun. 2006.
- BURKE, L. M.; READ, R. S. Dietary supplements in sport. **Sports medicine**, Auckland, v. 15, no. 1, p. 43-65, jan. 1993.
- BUROKER, K. C.; SCHWANE, J. A. Does post exercise stretching alleviate delayed muscle soreness?. **The Physician and Sports Medicine**, Berwyn, v. 17, no. 6, p. 65-83, 1989.
- BUSSAU, V. A. et al. Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 87, no. 3, p. 290-295, jul. 2002.
- CHEUNG, K.; HUME, P. A.; MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, no. 2, p. 145-164, 2003.
- CHILDS, A. et al. Supplementation with vitamin C and N-acetyl-cystein increases oxidative stress in humans after acute muscle injury induced by eccentric exercise. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 31, no. 6, p. 745-753, sep. 2001.
- CLOSE, G. L. et al. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 95, no. 5, p. 976-981, may. 2006.
- CLOSE, G. L. et al. Effects of dietary carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 39, no. 12, p. 948-953, dec. 2005.
- COFFEY, V.; LEVERITT, M.; GILL, N. Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 7, no. 1, p. 1-10, mar. 2004.
- CONNOLLY, D. A. et al. The effects of vitamin C supplementation on symptoms of delayed onset muscle soreness. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 46, no. 3, p. 462-467, sep. 2006a.
- CONNOLLY, D. A. et al. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 40, no. 8, p. 679-683, aug. 2006b.
- COSTILL, D. L. et al. Impaired muscle glycogen after eccentric exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, no. 1, p. 46-50, jul. 1990.
- DENNIS, S. C.; NOAKES, T. D.; HAWLEY, J. A. Nutritional strategies to minimize fatigue during prolonged exercise: fluid, electrolyte and energy replacement. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 15, no. 3, p. 305-313, jun. 1997.
- DONNELLY, A. W.; MAUGHAN, R. J.; WHITING, P. H. Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 24, no. 3, p. 191-195, sep. 1990.
- DUPONT, G. et al. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, no. 2, p. 302-308, feb. 2004.
- ESTON, R.; PETERS, D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle injury. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 17, no. 3, p. 231-238, mar. 1999.
- FEBBRAIO, M. A. et al. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, no. 5, p. 1845-1851, nov. 2000a.
- FEBBRAIO, M. A. et al. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, no. 6, p. 2220-2226, dec. 2000b.

- FEBBRAIO, M. A.; STEWART, K. L. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 81, no. 3, p. 1115-1120, sep. 1996.
- FERREIRA, A. M. D.; BARBOSA, P. E. B.; CEDDIA, R. B. A influência da suplementação de triglicerídeos de cadeia média no desempenho em exercícios de ultra-resistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 9, no. 6, p. 413-419, nov./dez. 2003.
- FIELDING, R. A. et al. Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 17, no. 4, p. 472-476, aug. 1985.
- FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, no. 7, p. 1164-1168, jul. 1998.
- GILL, N. D.; BEAVEN, C. M.; COOK, C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 40, no. 3, p. 260-263, mar. 2006.
- GOLDFARB, A. H. Nutritional antioxidants as therapeutic and preventive modalities in exercise-induced muscle damage. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 24, no. 3, p. 249-266, jun. 1999.
- GOLDFARB, A. H.; BLOOMER, R. J.; MCKENZIE, M. J. Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 37, no. 2, p. 234-239, feb. 2005.
- GOMES, A. C.; LEITE, G. S. Preparação desportiva: aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 18, no. 1, p. 97-105, sem. 2007.
- GREER, B. K. et al. Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 17, no. 6, p. 595-607, dec. 2007.
- GULICK, D. T. et al. Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v. 31, no. 2, p. 145-152, apr. 1996.
- HART, J. M.; SWANIK, C. B.; TIERNEY, R. T. Effects of sport massage on limb girth and discomfort associated with eccentric exercise. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v. 40, no. 3, p. 181-185, jul. 2005.
- HASSON, S. M. et al. Dexamethasone iontophoresis: effect on delayed muscle soreness and muscle function. **Canadian Journal of Sport Sciences**, Downsview, v. 17, no. 1, p. 8-13, mar. 1992.
- HASSON, S. M. et al. Effects of ibuprofen use on muscle soreness, damage and performance: a preliminary investigation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 25, no. 1, p. 9-17, jan. 1993.
- HASSON, S. M.; WILLIAMS, J. H.; SIGNORILE, J. F. Fatigue-induced changes in myoelectric signal characteristics and perceived exertion. **Canadian Journal of Sport Sciences**, Downsview, v. 14, no. 2, p. 99-102, jun. 1989.
- HELGHEIM, I. et al. The effects of vitamin E on serum enzyme levels following heavy exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 1, no. 4, p. 283-289, mar. 1979.
- HERBERT, R.; GABRIEL, M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. **British Medical Journal**, London, v. 325, no. 7362, p. 1-5, aug. 2002.
- HIGH, D. M.; HOWLEY, E. T.; FRANKS, B. D. The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 60, no. 4, p. 357-361, 1989.
- HILBERT, J. E.; SFORZO, G. A.; SWENSEN, T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 37, no. 1, p. 72-75, feb. 2003.
- HINDS, T. et al. Effects of massage on limb and skin blood flow after quadriceps exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, no. 8, p. 1308-1313, aug. 2004.
- HOWATSON, G.; GAZE, D.; VAN SOMEREN, K. A. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 15, no. 6, p. 416-422, dec. 2005.
- HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K. A. Ice massage: effects on exercise-induced muscle damage. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 43, no. 4, p. 500-505, dec. 2003.
- HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K. A. The prevention and treatment of exercise induced muscle damage. **Sports Medicine**, Auckland, v. 38, no. 6, p. 483-503, 2008.
- IVY, J. L. et al. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 93, no. 4, p. 1337-1344, oct. 2002.
- IVY, J. L. et al. Effect of a carbohydrate protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 13, no. 3, p. 383-395, sep. 2003.
- IVY, J. L. Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 19, no. 2, p. 142-145, jun. 1998.
- JENTJENS, R.; JEUKENDRUP, A. E. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, no. 2, p. 117-144, 2003.
- JENTJENS, R. L. et al. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 91, no. 2, p. 839-846, aug. 2001.
- JEUKENDRUP, A. E.; JENTJENS, R.; MOSELEY, L. Nutritional considerations in triathlon. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, no. 2, p. 163-181, 2005.
- JOHANSSON, P. H. et al. The effects of pre-exercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 9, no. 4, p. 219-225, aug. 1999.
- KAMINSKY, M.; BOAL, R. An effect of ascorbic acid on delayed onset muscle soreness. **Pain**, Amsterdam, v. 50, no. 3, p. 317-321, sep. 1992.

- KAMMER, L. et al. Cereal and nonfat milk support muscle recovery following exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Woodland Park, v. 14, p. 6-11, may. 2009.
- KANTER, M. M.; NOLTE, L. A.; HOLLOSZY, J. O. Effects of an antioxidant vitamin mixture on lipid peroxidation at rest and postexercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 74, no. 2, p. 965-969, feb. 1993.
- KAVOURAS, S. A.; TROUP, J. P.; BERNING, J. R. The influence of low versus high carbohydrate diet on a 45-min strenuous cycling exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 14, no. 1, p. 62-72, feb. 2003.
- KERKSICK, C. et al. International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Woodland Park, v. 3, p. 5-17, oct. 2008.
- KOH, T. J.; BROOKS, S. V. Lengthening contractions are not required to induce protection from contraction-induced muscle injury. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 281, no. 1, p. 155-161, jul. 2001.
- KRAEMER, W. J. et al. Continuous compression as an effective therapeutic intervention in treating eccentric-exercise-induced muscle soreness. **Journal of Sport Rehabilitation**, Champaign, v. 10, no. 1, p. 11-23, 2001.
- KRISANDA, J. M.; MORELAND, T. S.; KUSHMERICK, M. J. ATP supply and demand during exercise. In: HORTOSN, E. S.; TERJUNG, R. L. (Eds). **Exercise, nutrition, energy and metabolism**. New York: Mc-Millan, 1988. p. 27-44.
- KUIPERS, H. et al. Influence of a prostaglandin-inhibiting drug on muscle soreness after eccentric work. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 6, no. 6, p. 339-339, dec. 1985.
- LAMBERT, M. I. et al. Electro-membrane microcurrent therapy reduces signs and symptoms of muscle damage. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, no. 4, p. 602-607, apr. 2002.
- LANIER, A. B. Use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs following exercise-induced muscle injury. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, no. 3, p. 177-186, 2003.
- LUND, H. et al. The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 8, no. 4, p. 216-221, aug. 1998.
- MARTIN, V. et al. Effects of recovery modes after knee extensor muscles eccentric contractions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, no. 11, p. 1907-1915, nov. 2004.
- MASTALOUDIS, A. et al. Antioxidants did not prevent muscle damage in response to an ultramarathon run. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 38, no. 1, p. 72-80, jan. 2006.
- McAINCH, A. J. et al. Effect of active versus passive recovery on metabolism and performance during subsequent exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 14, no. 2, p. 185-189, apr. 2004.
- McBRIDE, J. M. et al. Effect of resistance exercise on free radical production. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, no. 1, p. 67-72, jan. 1998.
- McCONNELL, G. et al. Muscle metabolism during prolonged exercise in humans: influence of carbohydrate availability. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, no. 3, p. 1083-1086, sep. 1999.
- MONTEIRO, M. F.; SOBRAL FILHO, D. C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 10, no. 6, p. 513-516, nov./dez. 2004.
- MORTON, R. H. Contrast water immersion hastens plasma lactate decrease after intense anaerobic exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 10, no. 6, p. 467-470, dec. 2007.
- NELSON, M. R.; CONLEE, R. K.; PARCELL, A. C. Inadequate carbohydrate intake following prolonged exercise does not increase muscle soreness after 15 minutes of downhill running. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 14, no. 2, p. 171-184, apr. 2004.
- NICHOLAS, C. W. et al. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 13, no. 4, p. 283-290, aug. 1995.
- NOAKES, T. D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 10, no. 3, p. 123-145, jun. 2000.
- NOSAKA, K.; SACCO, P.; MAWATARI, K. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 16, no. 6, p. 620- 635, dec. 2006.
- O'GRADY, M. et al. Diclofenac sodium (Voltaren) reduced exercise-induced injury in human skeletal muscle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, no. 7, p. 1191-1196, jul. 2000.
- PADDON-JONES, D. J.; QUIGLEY, B. M. Effects of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 18, no. 8, p. 588-593, nov. 1997.
- PASTRE, C. M. et al. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 15, no. 2, p. 138-144, mar./apr. 2009.
- PATTERSON, S. D.; GRAY, S. C. Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 17, no. 5, p. 445-455, oct. 2007.
- PIZZA, F. X. et al. Anti-inflammatory doses of ibuprofen: effect on neutrophils and exercise-induced muscle injury. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 20, no. 2, p. 98-102, feb. 1999.

- PIZZA, F. X. et al. Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 92, no. 5, p. 1873-1878, may. 2002.
- PLATONOV, V. N. **La adaptación en el deporte**. Barcelona: Paidotribo, 1992.
- POWERS, S.K. et al. Dietary antioxidants and exercise. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 22, no. 1, p. 81-94, jan. 2004.
- RAUCH, H.G. et al. Fuel metabolism during ultra-endurance exercise. **Pflügers Archiv: European Journal of Physiology**, Berlin, v. 436, no. 2, p. 211-219, jul. 1998.
- RODENBURG, J. B. et al. Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 15, no. 7, p. 414-419, oct. 1994.
- SACHECK, J.M. et al. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 34, no. 12, p. 1575-1588, jun. 2003.
- SUMIDA, S. et al. Exercise-induced lipid peroxidation and leakage of enzymes before and after vitamin E supplementation. **The International Journal of Biochemistry**, Bristol, v. 21, no. 8, p. 835-838, 1989.
- SAUNDERS, M. J.; KANE, M. D.; TODD, K. Effects of a carbohydrate protein beverage on cycling endurance and muscle damage. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, no. 7, p. 1233-1238, jul. 2004.
- SAUNDERS, M. J.; LUDEN, N. D.; HERRICK, J. E. Consumption of an oral carbohydrate-protein gel improves cycling endurance and prevents postexercise muscle damage. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 21, no. 3, p. 678-684, aug. 2007.
- SAYERS, S. P. et al. Effect of ketoprofen on muscle function and sEMG activity after eccentric exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, no. 5, p. 702-710, may. 2001.
- SHAFAT, A. et al. Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 93, no. 1-2, p. 196-202, oct. 2004.
- SHIMOMURA, Y. et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 136, no. 2, p. 529S-532S, 2006.
- SMITH, L.L. et al. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: a preliminary report. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, Alexandria, v. 19, no. 2, p. 93-99, feb. 1994.
- SUZUKI, M. et al. Effect of incorporating low intensity exercise into recovery period after a rugby match. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 38, no. 4, p. 436-440, aug. 2004.
- TARNOPOLSKY, M. A. et al. Postexercise protein-carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v. 83, no. 6, p. 1877-1883, 1997.
- TAKAHASHI, T. et al. Effects of the muscle pump and body posture on cardiovascular responses during recovery from cycle exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 94, no. 5-6, p. 576-583, aug. 2005.
- TEE, J. C.; BOSCH, A. N.; LAMBERT, M. I. Metabolic consequences of exercise induced muscle damage. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, no. 10, p. 827-836, 2007.
- THOMPSON, D. et al. Prolonged vitamin C supplementation and recovery from demaging exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 11, no. 4, p. 466-481, dec. 2001.
- TIIDUS, P. M.; SHOEMAKER, J. K. Effleurage massage, muscle blood flow and longterm post-exercise strength recovery. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 16, no. 7, p. 478-483, oct. 1995.
- TOKMAKIDIS, S. P. et al. The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 17, no. 1, p. 53-59, feb. 2003.
- VAN LOON, L. et al. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, no. 1, p. 106-111, jul. 2000.
- VICKERS, A. J. Time course of muscle soreness following different types of exercise. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 2, no. 5, oct. 2001.
- WARHOL, M. J. et al. Skeletal muscle injury and repair in marathon runners after competition. **The American Journal of Pathology**, Philadelphia, v. 118, no. 2, p. 331-339, feb. 1985.
- WEBER, M. D.; SERVEDIO, F. J.; WOODALL, W. R. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, Washington, DC, v. 20, no. 5, p. 236-242, nov. 1994.
- WESSEL, J.; WAN, A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. **Clinical Journal of Sport Medicine** : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine, New York, v. 4, no. 2, p. 83-87, 1994.
- WHITE, J. P. et al. Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Woodland Park, v. 5, no. 5, feb. 2008.
- WIDRICK, J. J. et al. Carbohydrate feedings and exercise performance: effect of initial muscle glycogen concentration. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 74, no. 6, p. 2998-3005, jun. 1993.
- WOJCIK, J. R. et al. Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 11, no. 4, p. 406-419, dec. 2001.
- YACKZAN, L.; ADAMS, C.; FRANCIS, K. T. The effects of ice massage on delayed muscle soreness. **The American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 12, no. 2, p. 159-165, mar/apr. 1984.

YANAGISAWA, O. et al. The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, no. 1, p. 53-62, mar. 2003.

YESSIS, M. **Entrenamiento deportivo**. Barcelona: Martinez Roca, 1987.

ZAINUDDIN, Z. et al. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v. 40, no. 3, p. 174-180, jul./sep. 2005.

Recebido em 05/06/2012

Revisado em 19/02/2013

Aceito em 22/03/2013

Endereço para correspondência: Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano (LAPEDH)
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID)
Rua Pascoal Simone, 358 - Coqueiros – CEP: 88080-350
Florianópolis - SC