

Métodos de Recuperação Pós-exercício: uma Revisão Sistemática



ARTIGO DE REVISÃO

Post-exercise Recovery Methods: a Systematic Review

Carlos Marcelo Pastre¹,
Fábio do Nascimento Bastos²,
Jayme Netto Júnior²,
Luiz Carlos Marques Vanderlei¹,
Rosângela Akemi Hoshi¹

1. Programa de Mestrado em
Fisioterapia. Faculdade de Ciências
e Tecnologia FCT/Unesp. Presidente
Prudente, SP.

2. Departamento de Fisioterapia.
Faculdade de Ciências e Tecnologia
FCT/Unesp. Presidente Prudente, SP.

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia
– Unesp.

Departamento de Fisioterapia.
Rua Roberto Simonsen, 305 –
19060-900 –Presidente Prudente, SP.
E-mail: pastre@fct.unesp.br

Submetido em 22/02/2008
Versão final recebida em 28/06/2008
Aceito em 24/10/2008

RESUMO

A recuperação pós-exercício consiste em restaurar os sistemas do corpo a sua condição basal, proporcionando equilíbrio e prevenindo a instalação de lesões e, nesse sentido, torna-se aspecto importante de todo programa de condicionamento físico, em quaisquer níveis de desempenho, mas, sobretudo nos mais elevados. O objetivo desta revisão foi reunir informações e descrever as respostas proporcionadas por métodos recuperativos pós-exercício, como crioterapia, contraste, massagem e recuperação ativa, constituindo uma fonte de atualização do referido tema. Utilizaram-se os bancos de dados *MedLine*, *Scielo* e *Lilacs*, como lista de periódicos, o *SportsDiscus*. Foram incluídos no estudo somente ensaios clínicos randomizados controlados e não-controlados, além de artigos de revisão referentes ao tema proposto. Optou-se por procurar os termos: *cryotherapy*, *massage*, *active recovery*, *thermotherapy*, *immersion* e *exercise*, individualmente e em cruzamentos. Como achado, observou-se que alguns estudos relatam que a crioterapia é prejudicial em se tratando de recuperação pós-exercício, pois reduz o desempenho imediatamente após a aplicação da técnica. Por outro lado, estudos apontam como sendo benéfica, pois reduzem o nível de creatinaquinase após alta intensidade de esforço, evitando danos musculares. Para o contraste, embora apresente significância em se tratando de remoção de lactato sanguíneo, sua efetividade necessita ser mais bem discutida. Na massagem e na recuperação ativa, os principais vieses descritos dizem respeito à pressão exercida e à intensidade do exercício, respectivamente. Entre as técnicas, as que parecem ter efeitos semelhantes são o contraste e a recuperação ativa, no que tange à remoção de lactato e diminuição da creatinaquinase. Ressalta-se que o tempo de exposição é de fundamental importância para todos os métodos. Entretanto, diversos estudos não se propõem a identificar os reais efeitos fisiológicos promovidos pelas técnicas, utilizando-as de modo inipiente. Portanto, a inconsistência dos resultados encontrados sugere que a análise das variáveis utilizadas como método de recuperação deve ser mais bem controlada.

Palavras-chave: crioterapia, massagem, recuperação de função fisiológica, imersão.

ABSTRACT

The post-exercise recovery consists in restoring the body systems to baseline condition, providing balance and preventing injuries installation and, in that sense; it becomes an important aspect of every fitness program, at any levels of performance, but especially in higher levels. The objective of this review was to gather information and to describe the responses provided by post-exercise recovery methods, such as cryotherapy, contrast water immersion, massage and active recovery, providing an update on this issue. MedLine, Scielo and Lilacs databases were used, as well as the SportsDiscus list of journals. Only randomized controlled and non-controlled clinical essays, in addition to review articles concerning the proposed topic were included. Our choice was for the search terms: cryotherapy, massage, active recovery, thermotherapy, immersion and exercise, individually and combined. It was observed that some studies report that cryotherapy is harmful concerning post-exercise recovery, once it reduces performance immediately after the technique application. On the other hand, studies point it as being beneficial due to its reduction in the creatine kinase level after exercise, avoiding hence muscle damage. Concerning contrast water immersion, although it presents significance when it comes to blood lactate removal, its effectiveness needs to be better discussed. Regarding massage and active recovery, the main described biases relate to the pressure and intensity of the exercise, respectively. Among the techniques, contrast water immersion and active recovery seem to have similar effects concerning lactate removal and creatine kinase decrease. It is highlighted that the exposure time is crucial for all methods. However, several studies do not try to identify the real physiological effects promoted by the techniques, having them in limited use. Therefore, the inconsistency of the results found suggests that the assessed variables used as a recovery method should be better controlled.

Keywords: cryotherapy, massage, recovery of physiological function, immersion.

INTRODUÇÃO

O sucesso dos processos de melhora do desempenho e prevenção de lesões depende da qualidade da transição entre os estímulos do treinamento físico, além da sistematização da prescrição do exercício. Nesse sentido, uma adequada recuperação torna-se um aspecto importante de todo programa de condicionamento, tanto para atletas, como técnicos e diversos profissionais ligados à área da saúde⁽¹⁻³⁾. A recuperação pós-exercício consiste em restaurar os sistemas do corpo a sua condição basal, determinando a homeostase⁽⁴⁾.

A negligência ao tempo necessário para restauração de substratos utilizados durante o esforço antes de submeterem-se a um novo estímulo caracteriza uma condição inadequada, pois impedem que o organismo se mantenha em estado ótimo para realização da prática atlética, limitando o desempenho e aumentando os riscos de lesões^(3,5-9). Para potencializar a recuperação, tem-se observado, na prática, a utilização de vários métodos, como massagem⁽⁹⁻¹¹⁾, exercícios ativos^(9,12), contraste^(13,14) e crioterapia^(1,15-17).

Em se tratando de métodos recuperativos após alta intensidade de esforço, observa-se a realização de exercícios ativos, sendo estes considerados um trabalho contínuo aeróbio e de baixa intensidade^(9,13). Estudos^(11,18-23) apontam como intensidade ótima de esforço o intervalo entre 20 e 50% do $VO_{2máx}$ para que ocorra eficiente remoção de lactato sanguíneo, seja por oxidação ou conversão em glicose ou aminoácidos. Tal processo é amplamente descrito na literatura, conforme sugerem os estudos de revisão de Barnett⁽³⁾ e Tomlin e Wenger⁽⁴⁾.

A técnica de contraste consiste na alternância de exposição ao frio e calor, com o intuito de aumentar o metabolismo e, no esporte, tem sido utilizada nos processos de recuperação visando, também, à remoção do lactato sanguíneo⁽¹³⁾. Ainda no âmbito da termoterapia, observa-se com frequência a utilização da crioterapia, que consiste na redução da temperatura tecidual por condução; promove respostas relacionadas ao sistema de termorregulação do corpo, podendo tanto aumentar como diminuir o metabolismo⁽²⁾. Morton⁽¹⁴⁾ e Wilcock *et al.*⁽²⁾ descrevem que tais recursos podem promover maior percepção subjetiva de recuperação.

Outra técnica utilizada amplamente no meio esportivo é a massagem, definida como manipulação mecânica dos tecidos do corpo com movimentos rítmicos e cadenciados. Os objetivos são a redução da dor e edema e a aceleração da remoção de lactato, pelo aumento de fluxo sanguíneo^(3,24).

Alguns resultados têm sido observados a partir dos modelos de recuperação descritos, seja com contraste^(13,14), crioterapia^(6,15,17) ou massagem⁽²⁴⁾, além da própria recuperação ativa^(25,26). Contudo, a falta de padronização para utilização das técnicas e controle das variáveis determina dificuldades para comparação de resultados entre estudos de mesma natureza. Nesse sentido, atenta-se para necessidade de melhor definição de parâmetros relacionados ao gerenciamento de cada técnica, como tempo de exposição, temperatura e intensidade de aplicação.

Portanto, o objetivo desta revisão foi reunir informações e descrever as respostas proporcionadas por métodos recuperativos pós-exercício, como crioterapia, contraste, massagem e recuperação ativa, constituindo uma fonte de atualização do referido tema.

METODOLOGIA

Os artigos potencialmente úteis foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica nos bancos de dados *online* Medline (*Medical Literature, Analysis and Retrieval System Online*), Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e Lilacs (Literatura Latino-americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde), e, como lista de periódicos, o *Sportdiscus*.

Optou-se por procurar os termos *cryotherapy, massage, active recovery, thermotherapy, immersion* e *exercise*, individualmente e em cruzamentos. Nas bases de dados Lilacs e Scielo também foram utilizados os termos em português: crioterapia, massagem, recuperação de função fisiológica, imersão e exercício.

A partir dos cruzamentos observou-se a ocorrência de 237 artigos no total. Incluíram-se apenas os que se referiam à recuperação pós-exercício por meio das técnicas abordadas neste estudo, selecionando-se 46 artigos para integrar a revisão. Foram excluídos artigos que, mesmo apresentando os unitermos utilizados para busca, não contemplavam a relação entre técnica e recuperação. Assim, os 191 títulos excluídos apresentavam conteúdos diversos, relativos à terapêutica, prevenção e desempenho.

O estudo de revisão foi restrito ao período de janeiro de 2000 até dezembro de 2007 para os estudos relacionados à recuperação ativa, e de janeiro de 2004 até dezembro de 2007 para os referentes ao contraste e massagem; para o termo crioterapia, a revisão foi restrita a janeiro de 1984 até dezembro de 2007.

Todos os artigos obtidos na busca eletrônica tiveram seus resumos extraídos e analisados de maneira independente. Objetivando selecionar os estudos de maior evidência científica, contemplamos os ensaios clínicos randomizados controlados e não-controlados baseados em técnicas recuperativas, mais especificamente, crioterapia, contraste, massagem e recuperação ativa. Optou-se por não restringir a condição clínica da amostra de cada estudo devido ao limitado referencial bibliográfico referente ao tema proposto. Selecionaram-se, também, estudos de revisão que apresentassem como tema métodos de recuperação pós-exercício. Por fim, no total compuseram esta revisão 36 estudos referentes a ensaios clínicos randomizados, sendo 34 controlados e dois não-controlados, além de 10 artigos de revisão.

A partir da obtenção e leitura dos artigos, suas referências bibliográficas foram rastreadas à procura de outros artigos potencialmente utilizáveis. Esse trabalho repetiu-se tantas vezes quanto necessário, até haver a convicção de que nenhuma das referências obtidas continha estudos que já não tivessem sido identificados. Não houve restrição quanto à língua nesta pesquisa.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Crioterapia

Diversos estudos utilizaram a crioterapia com o objetivo de recuperação pós-exercício^(1,15-17,27). Desse modo, aparecem protocolos dos mais variados⁽²⁾.

Paddon-Jones e Quigley⁽¹⁵⁾ utilizaram cinco imersões em água e gelo com temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$, por 20 minutos, imediatamente após o exercício e, as seguintes, de uma em uma hora após o teste. Ohnishi *et al.*⁽⁶⁾, com semelhante protocolo em relação ao tempo de exposição à técnica, utilizaram imersão, uma única vez, à temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. Os resultados mostraram que não houve significância estatística entre os grupos experimentais e controle em ambos os estudos⁽⁶⁻¹⁵⁾.

Armstrong *et al.*⁽²⁸⁾ utilizaram média de 16 minutos de imersão em água e gelo com temperatura entre 1°C e 3°C . Eston e Peters⁽¹⁶⁾ e Yanagisawa *et al.*⁽⁸⁾ utilizaram a mesma técnica por 15 minutos, com temperatura de $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e 5°C , respectivamente. Para Armstrong *et al.*⁽²⁸⁾, a imersão foi benéfica para tirar o sujeito do estado de hipertermia, além de melhorar a sensação de recuperação pós-exercício. Eston e Peters⁽¹⁶⁾ e Yanagisawa *et al.*⁽⁸⁾ obtiveram como resultado diminuição da CK no terceiro e no quarto dia, respectivamente, após o esforço.

Outros autores utilizaram a técnica de imersão por tempos menores, como 12 minutos⁽²⁹⁾, 10 minutos⁽¹⁷⁾, cinco minutos⁽³⁰⁾ e até um minuto⁽¹⁾.

Além desses métodos, Isabell *et al.*⁽³¹⁾, Yackzan *et al.*⁽³²⁾ e Howatson e van Someren⁽³³⁾ utilizaram a massagem com gelo por 15 minutos. E obtiveram resultados satisfatórios, como melhor amplitude de movimento imediatamente pós-exercício⁽²⁶⁾, bem como diminuição de CK⁽³³⁾. Para Isabell *et al.*⁽³¹⁾, não houve significância estatística para as variáveis estudadas.

Tais fatos estão intimamente relacionados com os efeitos fisiológicos da crioterapia, que incluem diminuição da frequência cardíaca e débito cardíaco, aumento da pressão arterial e resistência periférica. O aumento da resistência periférica é devido ao sangue ser redirecionado para a periferia, de modo a manter a temperatura corpórea. O consumo de oxigênio e o metabolismo também aumentam para auxiliar na manutenção da temperatura⁽²⁾.

Além desses efeitos, é importante notar que a crioterapia reduz a permeabilidade celular de vasos sanguíneos, linfáticos e capilares devido à vasoconstrição, fazendo com que ocorra diminuição da difusão dos fluidos nos espaços intersticiais. Essa cascata de respostas é favorável à diminuição da inflamação provocada por danos teciduais, além de reduzir a dor, o edema e o espasmo muscular^(1,2,16).

Ainda no âmbito fisiológico, nota-se que componentes neurais também são afetados com baixas temperaturas. O resfriamento dos tecidos diminui a transmissão nervosa, reduzindo a liberação de acetilcolina e, possivelmente, estimulando células superficiais inibitórias a aumentar o limiar de dor⁽²⁾. A partir disso, Wilcock *et al.*⁽²⁾ supõem dois efeitos para transmissão do impulso nervoso com a utilização da crioterapia: (i) reduzir o nível de percepção de dor (analgesia); e (ii) reduzir o espasmo muscular.

Pöyhönen e Avela⁽³⁴⁾ concluíram que baixas temperaturas reduzem a sensação de fadiga muscular, podendo ser esse um efeito psicológico. Outra hipótese é que a imersão pode modificar respostas em nível periférico e central; dessa forma, a redução na sensação de fadiga pode estar relacionada com diminuição da resposta neuromuscular.

Em síntese, alguns autores acreditam que, após exercício de alta intensidade de esforço, a crioterapia seja imprópria para redução de marcadores biológicos, tais quais lactato sanguíneo^(8,35), CK^(17,31), interleucina-6⁽⁶⁾ e mioglobina⁽³⁶⁾, para redução de sinais e sintomas como percepção do músculo dolorido e circunferência do membro, ou, ainda, para o restabelecimento pleno de funções como amplitude de movimento e torque isométrico máximo⁽³⁶⁾. Todavia, outros estudos^(8,16,22) apontam a capacidade de redução da concentração de CK e de lactato sanguíneo após esforço intenso.

A diferença entre os estudos supracitados pode ter ocorrido devido às metodologias utilizadas, que diferem em relação ao controle das variáveis. Nesse sentido, deve-se atentar à temperatura da água utilizada no experimento, modelo de esforço e tempo de exposição à técnica, para que se consiga uma comparação efetiva e possibilite levantar hipóteses mais concretas sobre as incongruências encontradas.

Contraste

Dentre as técnicas utilizadas para recuperação pós-exercício, o contraste, apesar da maneira incipiente, também tem sido estudado. Tal técnica consiste em alternar a temperatura de imersão em quente e frio ou vice-versa da estrutura a ser tratada^(13,14).

Coffey *et al.*⁽¹⁸⁾, em estudo com 14 sujeitos fisicamente ativos, concluíram que o contraste utilizado por 15 minutos demonstra melhor sensação de recuperação quando comparado com o grupo recuperação ativa, embora a remoção do lactato sanguíneo não tivesse significância estatística entre esses dois grupos.

Estudos recentes^(14,37) também mostram a efetividade da técnica, ratificando a informação de que o contraste acelera a remoção de

catabólitos produzidos durante alta intensidade de esforço. Além disso, descrevem o relaxamento da musculatura esquelética e melhora da percepção subjetiva de recuperação com a aplicação da técnica.

A partir dos achados, alguns autores^(2,13) puderam concluir que a acelerada remoção do ácido láctico se deve ao efeito de vasoconstrição e vasodilatação promovido pela técnica. Além desses efeitos, Wilcock *et al.*⁽²⁾ e Morton⁽¹⁴⁾ supõem que a pressão hidrostática da água pode influir na remoção desses catabólitos. É importante ressaltar que, quanto mais rápida a eliminação do lactato sanguíneo, mais eficaz a recuperação⁽²⁵⁾.

Devido ao número reduzido de estudos, não é adequado afirmar sua efetividade como ferramenta de recuperação. Cochrane⁽¹³⁾, em revisão, relata que a técnica em relação ao tratamento de lesões está bem fundamentada, mas quando se trata de acelerar o processo de recuperação, não se conhecem os verdadeiros efeitos fisiológicos. Portanto, faz-se necessário atentar para os aspectos metodológicos, como número de repetições (quente/frio), tempo total da técnica e variação de temperatura da água.

Massagem

Muitos profissionais ligados à área da medicina do esporte, baseados em observações e experiência prática, acreditam que a massagem pode apresentar efeitos benéficos, em se tratando de recuperação pós-exercício. Com isso, vários estudos mostram que a técnica, apesar de muito utilizada, não tem suas reais potencialidades definidas. Isso se deve à grande variedade de protocolos utilizados^(24,38-40).

Tais protocolos são referentes à população de estudo, tipo, duração e pressão da técnica aplicada. Zainuddin *et al.*⁽⁴¹⁾, em estudo com 10 sujeitos, aplicaram massagem por 10 minutos imediatamente após 60 repetições de flexão do cotovelo e observaram redução no pico da concentração de CK, quando comparada com a do grupo controle. A massagem consistiu de deslizamentos, amassamentos e fricções por todo o membro superior.

Em estudo recente, Hart *et al.*⁽¹⁰⁾ utilizaram deslizamentos e amassamentos por cinco minutos com o objetivo de reduzir a água intramuscular e a sensação de dor após exercício excêntrico; os resultados mostraram que não há significância entre o grupo testado e controle. Em contradição, Mori *et al.*⁽⁴²⁾ aplicaram o mesmo tempo de massagem a fim de investigar os reais efeitos do fluxo sanguíneo na pele e no músculo, além da sensação de fadiga após exercício isométrico. Como resultado, destacaram que a circulação sanguínea aumenta na região tratada e que a sensação de fadiga muscular é menor quando comparada com a do grupo controle.

Segundo Weerapong *et al.*⁽²⁴⁾, a massagem alivia a dor muscular tardia, devido ao aumento do fluxo sanguíneo e do fluxo linfático, diminuindo a água intramuscular e a sensação de dor. Com isso, acelera a remoção de catabólitos, conseqüentemente, reduz o tempo de recuperação^(39,42).

Embora alguns estudos^(39,42) mostrem que a massagem aumenta o fluxo sanguíneo, Robertson *et al.*⁽⁴⁰⁾ concluíram que não há aumento da circulação na massagem por 20 minutos, pelo fato de não haver diminuição do lactato sanguíneo após alta intensidade de esforço.

Contudo, apesar de a massagem ser utilizada com o intuito de reduzir o tempo de recuperação do atleta, melhorando seu desempenho⁽¹⁰⁾ e até de prevenir lesões relacionadas ao esforço⁽²⁴⁾, seus resultados ainda não são claros, devido, principalmente, à utilização de diversos protocolos. Um dos vieses para análise da resposta das técnicas e comparação entre as mesmas diz respeito à pressão exercida sobre a estrutura a ser analisada.

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionando crioterapia e recuperação pós-exercício.

Autor	População de estudo	Modelo de estresse e nível de controle	Modelo de recuperação e controle	Variáveis estudadas	Resultados
Armstrong <i>et al.</i> ⁽²⁸⁾	21 atletas de resistência, ambos os sexos (35±3 anos).	11,5km de corrida.	Média de 16' de imersão em água e gelo (1-3°C); e com média de 14' em temperatura ambiente a 24,4°C.	Temperatura retal, pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), acuidade mental.	A imersão mostrou-se benéfica para reduzir ou reverter o estado de hipertermia.
Douris <i>et al.</i> ⁽³⁰⁾	16 sujeitos do sexo masculino (32±6,3 anos).	3 contrações isométricas máximas por 3" com 30" de repouso entre as séries em dinamômetro isocinético. Membros superiores.	Imersão em água e gelo (10±1°C) nos tempos 5, 10, 15 e 20' pós-exercício.	Mensuração da força após a técnica.	20' de imersão apresentou maior força quando comparado com 5'. A força mensurada imediatamente pós-imersão de 10' foi maior quando comparada com a imersão de 5 e 20'.
Eston e Peters. ⁽¹⁶⁾	15 sujeitos do sexo feminino (22±2 anos).	8 séries de 5 repetições concêntricas máximas em dinamômetro isocinético. Intervalo de 60" entre cada série. Membros superiores.	Imersão em água e gelo (15±1°C) por 15'; imediatamente após exercício e a cada 12h, por 3 dias e grupo controle.	CK, força isométrica, ângulo do cotovelo (relaxado), dorimento muscular e circunferência do membro.	O grupo controle apresentou menor ângulo de "relaxamento" em relação ao grupo da imersão. No segundo e terceiro dia a CK esteve aumentada no controle em relação à imersão. A força isométrica esteve aumentada na imersão em relação ao controle, principalmente no terceiro dia.
Hornery <i>et al.</i> ⁽³⁵⁾	14 ciclistas, ambos os sexos (29,85±5, 18 anos).	30' pedalando a 75% VO _{2máx} seguido de uma técnica recuperativa por 10' e logo após, pedalar por 20' seguido de 10' de máximo trabalho.	Recuperação por crioterapia "jaqueta fria" por 10' e grupo controle.	FC, concentração de lactato [Lac], temperatura retal e percepção de esforço (Borg).	O desempenho após 10' de máxima intensidade de esforço melhorou com a crioterapia. A FC aumentou no 5º min. de esforço máximo no grupo de crioterapia, bem como a [Lac] aumentou no 6º min após esforço. A percepção de esforço foi maior no grupo controle no 20º min, imediatamente após o esforço sub-máximo.
Howatson <i>et al.</i> ⁽³³⁾	9 sujeitos do sexo masculino (23,3±3 anos)	3 séries de 10 repetições de flexão do cotovelo com 70% de 1RM	Massagem com gelo e grupo controle, imediatamente pós-exercício, 24 e 48 h.	CK, dor muscular tardia, circunferência do membro e amplitude de movimento.	Após 72h a CK mostrou-se diminuída no grupo massagem com gelo.
Howatson <i>et al.</i> ⁽³⁶⁾	12 sujeitos fisicamente ativos, sexo masculino (24,8±5,3 anos).	3 séries de 10 repetições de flexão do cotovelo usando um dinamômetro isocinético e intervalo de 3' entre as séries.	Massagem com gelo por um período de 15' e o grupo placebo (ultrassom desligado) por 5'.	Percepção de músculo dolorido, circunferência do membro, amplitude de movimento, torque isométrico máximo, CK e a mioglobina.	A CK no grupo placebo continuou a aumentar após as primeiras 96h pós-exercício; o grupo de massagem com gelo apresentou pico nas primeiras 48h pós-exercício e tendeu a decrescer.
Isabell <i>et al.</i> ⁽³¹⁾	22 sujeitos, ambos os sexos (20,3±2,1 anos).	30 contrações excêntricas e concêntricas dos músculos flexores do cotovelo com carga de 90% de 10RM.	Massagem com gelo, massagem com gelo e exercício, exercício e controle. Todos os procedimentos foram de 15'.	Escala de dor, amplitude de movimento, força e CK.	Não houve significância entre as variáveis e os grupos estudados.
Ohnishi <i>et al.</i> ⁽⁶⁾	16 sujeitos do sexo masculino (20,7±2,3 anos).	3 séries de 8 repetições num ergômetro 3 vezes na semana durante 6 semanas. Membros superiores	Imersão em gelo (10±1°C) e grupo controle, ambas por 20 minutos.	Circunferência do membro, força máxima, resistência muscular, diâmetro da artéria braquial, concentração de IL-6 e VEGF.	O diâmetro da artéria aumentou no grupo controle quando comparado com a imersão.
Paddon-Jones <i>et al.</i> ⁽¹⁵⁾	8 sujeitos treinados, do sexo masculino (23±3 anos).	8 séries de 8 repetições máximas excêntricas, com carga correspondente a 110% de 1RM com 30" de repouso entre as séries. Membros superiores.	Cinco imersões em gelo (5±1°C) por 20', imediatamente após o exercício e as seguintes de uma em uma hora e grupo controle.	Torque isométrico, desconforto muscular, volume do braço, força.	Não houve significância entre os grupos em relação às variáveis estudadas.
Sellwood <i>et al.</i> ⁽¹¹⁾	40 sujeitos não treinados (21±3,1 anos – grupo controle, e 21,4±4,3 anos grupo estudado).	5 séries de 10 contrações máximas de extensão de joelho, com 1' de repouso entre as séries. 120% de 1RM.	Imersão em água e gelo (5±1°C) e grupo controle – imersão a temperatura de 24°C. Os sujeitos permaneceram imersos por 1' e fora do tambor 1', repetindo 3 ciclos.	Escala de dor (EVA) para sentar e ficar em repouso, alongamento passivo, saltar, correr e máxima contração isométrica, dorimento muscular, circunferência do membro e CK.	O grupo de imersão apresentou aumento da dor (sentar e ficar em repouso) após 24h quando comparado com o grupo controle.
Yackzan <i>et al.</i> ⁽³²⁾	20 sujeitos do sexo feminino (entre 20 e 36 anos).	Contração excêntrica dos músculos flexores do cotovelo, até a exaustão.	Massagem com gelo por 15' e grupo controle. Mediu-se nos tempos, imediatamente, 24 e 48h após o exercício, grupos A, B e C, respectivamente.	Escala de dor e amplitude de movimento.	Os sujeitos do grupo B sentiram melhora da dor quando comparados com o grupo controle e com o grupo C. Os sujeitos do grupo A tiveram melhor amplitude de movimento quando comparados com os do grupo B, que também tiveram amplitude inferior à dos do grupo C.
Yanagisawa <i>et al.</i> ⁽⁸⁾	28 sujeitos do sexo masculino (23,8±1,8 anos).	Flexão plantar em posição ortostática, 5 séries de 20 repetições a 30% da contração máxima, com 1' de repouso entre as séries.	Crioterapia (5°C) por 15' imediatamente após o exercício, imediatamente e 24 horas após (dupla imersão) e grupo controle.	Ressonância magnética, amplitude de movimento, CK, [Lac] e escala de dor.	O sóleo apresentou alteração nos 40' na dupla imersão, quando comparado com os dois grupos. A amplitude foi menor no controle quando comparado com os dois grupos. A [Lac] apresentou-se em menor concentração na dupla imersão quando comparado com a imersão. O grupo controle e a dupla imersão apresentaram aumento da CK nas primeiras 96 horas após o exercício.
Yeargin <i>et al.</i> ⁽²⁹⁾	15 sujeitos treinados de ambos os sexos (28±2 anos).	Correr 45' no solo, seguido de uma pausa de 3', corria mais 45' e após 2-4' fazia-se uma intervenção por 12'. Após 15' inicia-se uma corrida de 2 milhas.	Imersão a 5°C, imersão a 14°C e temperatura de 29°C em determinado ambiente por 12'.	Temperatura retal, [Lac], FC, sensação térmica, teste de urina, escala numérica visual e tempo de corrida (2 milhas).	Sensação térmica foi menor a 5°C e 14°C comparada com 29°C. Temperatura retal no 29°C foi menor comparada com 5°C e 14°C, pós-corrida. Após a imersão a [Lac] foi menor no 29°C em relação ao 14°C. A 5°C teve menor tempo de corrida em relação ao 29°C com desempenho 6% melhor.
Crowe <i>et al.</i> ⁽²⁷⁾	13 sujeitos de ambos os sexos fisicamente ativos.	2 tiros de aproximadamente 30' num cicloergômetro. Com 1 hora de intervalo entre os dois	Imersão em água e gelo a 13-14°C e controle, ambos por 15'.	Potência pico, trabalho total, [Lac] e FC.	A potência pico, trabalho total, [Lac] e FC foram reduzidos quando utilizada a imersão no primeiro teste, comparado com o grupo controle.
Bailey <i>et al.</i> ⁽¹⁷⁾	20 sujeitos do sexo masculino (22,3±3,3 anos).	90' de exercício intermitente – corrida.	Imersão em água e gelo a 10±0,5°C e controle, ambos por 15'.	Percepção de dor, contração isométrica máxima, CK e mioglobina.	A imersão reduziu o dorimento muscular na 1, 24 e 48h após o esforço quando comparado com o controle. A imersão diminuiu a contração isométrica máxima e a concentração de mioglobina.

Além disso, as frágeis descrições dos modelos utilizados apresentam limitação importante para garantir a reprodutibilidade dos experimentos e, portanto, vários achados relacionados a esse método de recuperação mostram-se controversos. Dessa forma, entende-se que mais estudos serão necessários, para possíveis conclusões.

Recuperação ativa

Apesar de a recuperação ativa ser a técnica mais antiga, em se tratando de recuperação pós-exercício⁽³⁾, esta ainda vem sendo muito estudada.

Dupont *et al.*⁽¹⁹⁾ utilizaram recuperação ativa com exercício a 40% do $VO_{2máx}$ em cicloergômetro. Diferentemente de Takahashi *et al.*⁽²⁰⁾, que utilizaram 20% do $VO_{2máx}$ também em cicloergômetro por cinco minutos. Embora ambos os estudos tivessem obtido êxito, os resultados mostraram que a recuperação ativa, quando comparada com a passiva, apresenta aumento do volume sistólico e débito cardíaco⁽²⁰⁾, melhor saturação parcial de oxigênio, aumento do tempo de exaustão e potência metabólica⁽¹⁹⁾.

Para Dupont *et al.*⁽²¹⁾, o ideal é que o exercício ativo esteja em 50% do $VO_{2máx}$; este não deve ser realizado por tempo prolongado, pois, cargas de maior duração não são adequadas ao objetivo de compensação e levariam à sobrecarga no sistema cardiocirculatório, bem como gasto energético e desgaste dos tecidos⁽¹²⁾.

Em estudo com 20 sujeitos classificados como fisicamente ativos, Connolly *et al.*⁽²⁵⁾ utilizaram recuperação ativa por três minutos com 80rpm em cicloergômetro. Gill *et al.*⁽³⁷⁾ utilizaram semelhante protocolo, diferindo em relação ao tempo de exercício ativo e à população de estudo, formada por 23 jogadores de rúgbi de alto rendimento. Para Gill *et al.*⁽³⁷⁾, os resultados demonstraram 88,2% de recuperação, se tratando de remoção de CK. Os resultados de Connolly *et al.*⁽²⁵⁾ não se apresentaram muito satisfatórios, embora a concentração de lactato tenha diminuído nos primeiros momentos de recuperação ativa, esse valor foi se igualando quando comparado com o da recuperação passiva.

Provavelmente, a principal razão para diferença de resultados esteja relacionada mais com o estado de treinamento dos indivíduos do que com a diferença nos exercícios⁽⁹⁾, ou seja, quanto mais alto for o nível de aptidão do sujeito, mais alta será a intensidade do exercício de recuperação para adequada remoção de ácido láctico⁽³⁾.

Como nas 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 remoção ótima de catabólitos produzidos durante o esforço de alta intensidade. Alguns autores acreditam que essa intensidade deva estar entre 20 e 40% do $VO_{2máx}$ ^(18-20,22,23), outros referem 50% $VO_{2máx}$ ^(11,21). Apesar dessa considerável margem de 20-50% do $VO_{2máx}$, Barnett⁽³⁾ descreve que o principal fator relacionado com a prescrição de exercício ativo é a capacidade física do sujeito, ressaltando o tempo, o tipo de exercício, bem como a intensidade do mesmo para promover eficiente recuperação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista metodológico, técnicas como crioterapia, contraste e massagem necessitam de maior embasamento clínico para sua aplicabilidade. Atualmente, tais modelos de recuperação têm sido usados com frequência, mas seus resultados são questionáveis devido à escassez de informações sobre os aspectos fisiológicos envolvidos no fenômeno e à falta de padronização das rotinas para coleta de informações.

Notou-se que quaisquer modelos de recuperação podem apresentar falhas em relação ao controle das variáveis e, portanto, devem ser mais bem estudados. Tanto na crioterapia como no contraste, deve-se atentar principalmente para a temperatura. Na massagem, a pressão exercida e a técnica; já na recuperação ativa, o tipo e a intensidade de esforço.

Ressalta-se que o tempo de exposição é de fundamental importância para todos os métodos. Entretanto, diversos estudos não se propõem a identificar os reais efeitos fisiológicos promovidos pelas técnicas, utilizando-as de modo insipiente. Portanto, a inconsistência

Tabela 2. Síntese das pesquisas relacionando massagem e recuperação pós-exercício

Autor	População de estudo	Modelo de estresse e nível de controle	Modelo de recuperação e controle	Variáveis estudadas	Resultados
Zainuddin <i>et al.</i> ⁽⁴¹⁾	10 sujeitos de ambos os sexos (23±1,3 anos)	60 contrações máximas dos músculos flexores do cotovelo, divididas em 10 séries e com 3' de intervalo entre as séries, num dinamômetro isocinético.	Massagem e grupo controle, ambos por 10'.	Força máxima isométrica e isotônica, amplitude de movimento, circunferência do membro, CK, dolorimento muscular.	Dor muscular tardia foi menor no grupo massagem. O pico de CK foi inferior ao do grupo controle no 4º dia pós-exercício.
Mori <i>et al.</i> ⁽⁴²⁾	29 sujeitos do sexo masculino (22,4±4,2 anos)	Posição pronada, extensão do tronco por 90°.	Massagem e grupo controle, ambos por 5'.	Fluxo sanguíneo da pele e do músculo, temperatura da pele e sensação de fadiga.	Houve aumento do fluxo sanguíneo muscular e da pele no grupo massagem, quando comparado com o grupo controle. A escala visual analógica apresentou menor valor quando utilizada a massagem, além de haver aumento da temperatura da pele para essa mesma técnica.
Brooks <i>et al.</i> ⁽³⁸⁾	52 sujeitos de ambos os sexos (39±13,63 anos)	Dinamômetro isocinético por 3' que produziu índice de fadiga de 60% da força. Membros superiores.	Massagem e grupo controle, ambos por 5'.	Desempenho da potência de força.	A massagem auxiliou num melhor desempenho de força comparado com o grupo controle.
Robertson <i>et al.</i> ⁽⁴⁰⁾	9 sujeitos do sexo masculino entre 20 e 22 anos	6 testes num cicloergômetro cada um com 30" de duração, finalizando com o teste de Wingate.	Massagem e grupo controle, ambos por 20'.	[Lac], FC, potência pico, potência média e índice de fadiga.	O índice de fadiga medido quando utilizada massagem foi menor quando comparado com o grupo controle.

Tabela 3. Síntese das pesquisas relacionando exercício ativo e recuperação pós-exercício

Autor	População de estudo	Modelo de estresse e nível de controle	Modelo de recuperação e controle	Variáveis estudadas	Resultados
Connolly <i>et al.</i> ⁽²⁵⁾	7 ciclistas do sexo masculino (21,8±3,3 anos).	6 séries de 15" de 5,5kg de resistência a 80rpm num cicloergômetro com intervalo de 3' entre as séries.	Recuperação ativa (ACT)-80rpm com 1kg de resistência por 3'; e recuperação passiva (PAS)-2' 50" repouso e 10" pedalando levemente.	[Lac], potência pico.	A [Lac] esteve com valores menores durante a maior parte do tempo no teste com ACT, porém ao final do teste o valor do lactato quase se igualou quando comparado com o teste de PAS. A potência pico aumentou na ACT ao final do sexto período de exercício.
Dupont <i>et al.</i> ⁽¹⁹⁾	12 estudantes do sexo masculino que treinam futebol de 3 a 5 vezes por semana (24,3±4,1 anos).	Exercício intermitente em cicloergômetro (15" de esforço máximo alternado com 15" de recuperação – ativa ou passiva)	PAS (repouso); e ACT (40% do VO _{2máx} em cicloergômetro)	Saturação parcial de O ₂ , tempo de exaustão, parâmetros cardiorrespiratórios, [Lac] e potência metabólica.	Tempo de exaustão foi menor na PAS; saturação parcial de O ₂ esteve melhor na ACT; potência metabólica foi maior na ACT.
Susuki <i>et al.</i> ⁽⁷⁾	15 jogadores de rúgbi	Partida de rúgbi.	Após a partida, 7 atletas seguiam suas atividades diárias e os outros 8 realizaram exercício de baixa intensidade na água por 1h.	Atividade fagocitária do neutrófilo e leucócito, escala para avaliar a condição psicológica, glutamato oxalacetato transaminase, glutamato piruvato transaminase, CK e [Lac].	A concentração de neutrófilo e de leucócito esteve aumentada após a partida em ambos os grupos. Após 1 dia a concentração voltou aos valores pré-jogo. A CK aumentou em ambos os grupos após a partida e continuou a aumentar no dia seguinte. A variação da [Lac] e da CK foi similar em ambos os grupos.
Takahashi <i>et al.</i> ⁽²⁰⁾	7 sujeitos do sexo masculino entre 21 - 27 anos.	10' de cicloergômetro a 60%VO _{2máx} .	5' de PAS, posição supina; e 5' de ACT a 20% VO _{2máx} no cicloergômetro a 60rpm.	FC, volume sistólico e débito cardíaco.	Na posição supina, a FC durante a ACT foi menor que a PAS. Na posição em pé o volume sistólico diminuiu durante a PAS, enquanto que na ACT o nível permaneceu. O débito cardíaco na posição em pé foi menor na PAS quando comparado com o ACT.
Tardieu-Berger <i>et al.</i> ⁽²⁶⁾	11 atletas de resistência (16,6±0,4 anos).	30" correndo a 110% da máxima velocidade aeróbica alternando com 50% no mesmo tempo, até a exaustão (IE). Outra maneira foi adicionar ACT e PAS entre duas séries desse mesmo protocolo supracitado (IEs).	PAS 30"; ACT 50% da máxima velocidade aeróbica por 3' e finalmente PAS 30"; entre as duas séries.	Gases respiratórios, [Lac], tempo de exaustão e o tempo gasto para alcançar 90% VO _{2máx} .	O VO ₂ foi menor no IEs quando comparado com o IE. O tempo de exaustão no IEs foi maior. Entretanto quando o valor é expresso em % tanto pra VO ₂ e t90%VO _{2máx} o IEs torna-se menor. A [Lac] tendeu a aumentar durante cada série e diminuir ou estabilizar no período de recuperação.
Spieler <i>et al.</i> ⁽²³⁾	6 sujeitos sedentários (32±1 ano) e 9 fisicamente ativos (22±1 ano).	Teste de Wingate.	ACT (28% VO _{2máx}) e PAS ambos por 4'.	[Lac], FC, pico e media de potência, índice de fadiga.	A potência média foi maior na ACT. O nível de lactato foi menor na ACT para os sujeitos fisicamente ativos, mas não diferiu da PAS nos sujeitos sedentários.

Tabela 4. Síntese das pesquisas relacionando dois métodos ou mais à recuperação pós-exercício

Autor	População de estudo	Modelo de estresse e nível de controle	Modelo de recuperação e controle	Variáveis estudadas	Resultados
Gill <i>et al.</i> ⁽³⁷⁾	23 jogadores de rúgbi de alto rendimento (25±3 anos).	Após partida de rúgbi	ACT por 7' com 80-100rpm, ~ 150W; PAS por 9'; contraste (CWT) - 1'a 8-10°C e 2'a 40-42°C por 9'; e um vestuário (compressão - GAR) por 12 horas.	CK	A ACT mostrou 88,2% de recuperação; a GAR e contraste foram de 84,4% e 85% respectivamente, após 84h. A PAS foi de 39% em relação aos outros métodos tanto em 36h quanto em 84h.
Coffey <i>et al.</i> ⁽¹⁸⁾	14 sujeitos do sexo masculino fisicamente ativos (26,4±6,6 anos).	Início com 120% da velocidade máxima (Vmáx), até a exaustão, seguido de recuperação por 15'(8' a 40% Vmáx, 5' sentado, 60" aquecimento a 40% Vmáx, e 60" correndo na esteira); após isso corrida a 90% da Vmáx até a exaustão seguido de uma técnica recuperativa.	ACT (40%Vmáx); PAS (repouso); e CWT ao nível da EIAS (1'frio-10°C/ 2' quente-42°C) todos por 15'.	FC, pH, [Lac] e percepção da recuperação.	A [Lac] foi mais baixa na ACT e no CWT quando comparado com a PAS. A FC esteve aumentada na ACT entre o 4 e o 12' comparado com a PAS e entre o 8 e 12' comparado com o CWT. Os voluntários relataram melhor percepção na recuperação por CWT.
Hart <i>et al.</i> ⁽¹⁰⁾	19 sujeitos de ambos os sexos (20,6±1,2 ano)	4 ou 5 séries de 35 repetições de flexão plantar do tornozelo com 90% de 1RM.	ACT – resistência constante a 90%/s e massagem, ambos por 5'.	Circunferência do membro e escala visual analógica de dor.	Não houve significância entre as variáveis estudadas.
Monedero <i>et al.</i> ⁽¹¹⁾	18 ciclistas do sexo masculino.	Dois momentos de 5km num cicloergômetro, intensidade individualizada.	ACT (50% VO _{2máx}); PAS; massagem; ACT e massagem. Todas por 15'.	[Lac], FC.	ACT e massagem combinadas foram melhores que os outros métodos para manter o desempenho no segundo teste. A ACT foi melhor na remoção da [Lac].
Lane <i>et al.</i> ⁽²²⁾	10 sujeitos do sexo masculino (26,3±2 anos)	18' de exercício intermitente num cicloergômetro separado por 24 horas.	ACT (30% VO _{2máx}), massagem, imersão em água e gelo a 15°C e controle. Todas por 15'.	Comparar o desempenho entre o 1º e o 2º teste.	O grupo controle teve desempenho inferior quando comparado com os demais métodos.

dos resultados encontrados sugere que as variáveis utilizadas como método de recuperação devem ser melhor controladas.

Ainda no âmbito do controle das variáveis, muitos estudos, examinando a eficácia das técnicas recuperativas, têm-se focado preferencialmente nas análises de lactato e CK^(8,17,27,36). Embora cada técnica recuperativa demonstre efetividade em alguns estudos, outras variáveis poderiam ser melhor estudadas, como CK na isoforma MM, conforme sugere Brancaccio *et al.*⁽⁴³⁾, proteína C-reativa⁽⁴⁴⁾ e interleucina-1⁽⁴⁵⁾, que repercutem danos teciduais, além da variabilidade de frequência cardíaca, sendo esse um instrumento de metodologia simples e não-invasiva e que demonstra a atividade autônoma do coração⁽⁴⁶⁾.

Especificamente sobre as técnicas, as que parecem ter efeitos semelhantes são o contraste e a recuperação ativa, no que tange à remoção de lactato e diminuição da CK. Estudos mostram que não há diferença significativa quando comparados os dois métodos, embora haja melhor percepção de recuperação quando utilizado o contraste^(18,37).

Na comparação entre exercício físico e massagem, observa-se que o primeiro parece ser mais eficiente para remoção de lactato, todavia, a combinação destes métodos mostra-se adequada para manter o desempenho máximo em exercício⁽¹¹⁾.

Por fim, entende-se que os vieses descritos e a complexidade nos processos de comparação entre as diferentes técnicas, sobretudo pela incongruência nos modelos de controle de variáveis, podem estar relacionados com a distância existente entre as práticas de campo e pesquisas em laboratório. Dessa forma, com este estudo de revisão sistemática, a partir dos resultados descritos por outrem e hipóteses levantadas para explicar tais eventos, pretendeu-se contribuir, como elemento facilitador, visando nortear os cientistas do esporte a empreender investigações pertinentes à realidade do campo esportivo para o tema em questão.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2007;41(6):392-7.
- Wilcock IM, Cronim JB, Hing WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Med.* 2006;36(9):747-65. Review.
- Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med.* 2006;36(9):781-96. Review.
- Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med.* 2001;31(1):1-11.
- Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.* 2004;22(1):15-30. Review.
- Ohnishi N, Yamane M, Uchiyama N, Shirasawa S, Kosaka M, Shiono H, et al. Adaptive changes in muscular performance and circulation by resistance training with regular cold application. *J Therm Biol.* 2004;29:839-43.
- Suzuki M, Umeda T, Nakaji S, Shimoyama T, Mashiko T, Sugawara K. Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *Br J Sports Med.* 2004;38(4):436-40.
- Yanagisawa O, Niitsu M, Yoshioka H, Goto K, Kudo H, Itai Y. The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(1):53-62.
- Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33(2):145-64. Review.
- Hart JM, Swanik CB, Tierney RT. Effects of sport massage on limb girth and discomfort associated with eccentric exercise. *J Athl Train.* 2005;40(3):181-5.
- Monedero J, Donne B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. *Int J Sports Med.* 2000;21(8):593-7.
- Sairoy K, Iwanaga K, Yoshida N, Mishiro T, Terai T, Sasa T, et al. Effects of active recovery under a decreasing work load following intense muscular exercise on intramuscular energy metabolism. *Int J Sports Med.* 2003;24(3):179-82.
- Cochrane DJ. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Phys Ther Sports.* 2004;5:26-32.
- Morton RH. Contrast water immersion hastens plasma lactate decrease after intense anaerobic exercise. *J Sci Med Sport.* 2007;10(6):467-70.
- Paddon-Jones DJ, Quigley BM. Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *Int J Sports Med.* 1997;18(8):588-93.
- Eston R, Peters D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci.* 1999;17(3):231-8.
- Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci.* 2007;25(11):1163-70.
- Coffey V, Leveritt M, Gill N. Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *J Sci Med Sport.* 2004;7(1):1-10.
- Dupont G, Moalla W, Guinhouya C, Ahmadi S, Berthoin S. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):302-8.
- Takahashi T, Hayano J, Okada A, Saitoh T, Kamiya A. Effects of the muscle pump and body posture on cardiovascular responses during recovery from cycle exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2005;94(5-6):576-83.
- Dupont G, Blondel N, Berthoin S. Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(6):548-54.
- Lane KN, Wenger HA. Effect of selected recovery conditions on performance of repeated bouts of intermittent cycling separated by 24 hours. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):855-60.
- Spierer DK, Goldsmith R, Baran DA, Hryniewicz K, Katz SD. Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. *Int J Sports Med.* 2004;25(2):109-14.
- Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med.* 2005;35(3):235-56.
- Connolly DAJ, Brennan KM, Lauzon CD. Effects of active versus passive recovery on power output during repeated bouts of short term, high intensity exercise. *J Sports Sci Med.* 2003;2:47-51.
- Tardieu-Berger M, Thevenet D, Zouhal H, Prioux J. Effects of active recovery between series on performance during an intermittent exercise model in young endurance athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2004;93(1-2):145-52.
- Crowe MJ, O'Connor D, Rudd D. Cold water recovery reduces anaerobic performance. *Int J Sports Med.* 2007;28(12):994-8.
- Armstrong LE, Crago AE, Adams R, Roberts WO, Maresh CM. Whole-body cooling of hyperthermic runners: comparison of two field therapies. *Am J Emerg Med.* 1996;14(4):355-8.
- Yeargin SW, Casa DJ, McClung JM, Knight JC, Healey JC, Goss PJ, et al. Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances subsequent performance. *J Strength Cond Res.* 2006;20(2):383-9.
- Douris P, McKenna R, Madigan K, Cesarski B, Costiera R, Lu M. Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. *J Strength Cond Res.* 2003;17(3):509-13.
- Isabell WK, Durrant E, Myrer W, Anderson S. The Effects of Ice Massage, Ice Massage With Exercise, and Exercise on the Prevention and Treatment of Delayed Onset Muscle Soreness. *J Athl Train.* 1992;27(3):208-17.
- Yackzan L, Adams C, Francis KT. The effects of ice massage on delayed muscle soreness. *Am J Sports Med.* 1984;12(2):159-65.
- Howatson G, Van Someren KA. Ice massage. Effects on exercise-induced muscle damage. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43(4):500-5.
- Pöyhönen T, Avela J. Effect of head-out water immersion on neuromuscular function of the plantarflexor muscles. *Aviat Space Environ Med.* 2002;73(12):1215-8.
- Hornery DJ, Papalia S, Mujika I, Hahn A. Physiological and performance benefits of halftime cooling. *J Sci Med Sport.* 2005;8(1):15-25.
- Howatson G, Gaze D, van Someren KA. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports.* 2005;15(6):416-22.
- Gill ND, Beaven CM, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med.* 2006;40(3):260-3.
- Brooks CP, Woodruff LD, Wright LL, Donatelli R. The immediate effects of manual massage on power-grip performance after maximal exercise in healthy adults. *J Altern Complement Med.* 2005;11(6):1093-101.
- Moraska A. Sports massage. A comprehensive review. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45(3):370-80.
- Robertson A, Watt JM, Galloway SD. Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *Br J Sports Med.* 2004;38(2):173-6.
- Zainuddin Z, Newton M, Sacco P, Nosaka K. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. *J Athl Train.* 2005;40(3):174-80.
- Mori H, Ohsawa H, Tanaka TH, Taniwaki E, Leisman G, Nishijo K. Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. *Med Sci Monit.* 2004;10(5):CR173-8.
- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull.* 2007;81-82:209-30.
- Peters EM, Robson PJ, Kleinveltdt NC, Naicker VL, Jogessar VD. Hematological recovery in male ultramarathon runners: the effect of variations in training load and running time. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44(3):315-21.
- Smith LL. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(5):542-51. Review.
- Cottin F, Médigue C, Lopes P, Leprêtre PM, Heubert R, Billat V. Ventilatory thresholds assessment from heart rate variability during an incremental exhaustive running test. *Int J Sports Med.* 2007;28(4):287-94.