

Bruno Coelho Horta

**EFEITOS DA CRIOIMERSÃO NA PERFORMANCE FÍSICA E COMO
MÉTODO DE RECUPERAÇÃO PÓS EXERCÍCIO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

Bruno Coelho Horta

EFEITOS DA CRIOIMERSÃO NA PERFORMANCE FÍSICA E COMO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO PÓS EXERCÍCIO

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Fisioterapia Ortopédica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Ortopédica.

Orientador: Prof. Fabiano Botelho Siqueira, MSc.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

RESUMO

A criomersão é uma técnica que consiste na imersão do corpo ou de um segmento corporal em água gelada, por quantidade de tempo variável. Tem sido largamente utilizada no tratamento imediato de lesões traumáticas e pode ser apropriada como modalidade de recuperação pós treino e durante competições que promovam lesão muscular. O objetivo desta revisão de literatura foi investigar os efeitos da criomersão como modalidade de recuperação pós exercício e sua atuação na performance física de atletas e indivíduos fisicamente ativos durante as competições. Foram selecionados artigos científicos nas bases eletrônicas Scielo, Lilacs, Medline e PEDro e na lista de periódicos SportDiscus. Um total de 17 artigos envolvendo a aplicação da criomersão em indivíduos saudáveis, fisicamente ativos e atletas após protocolos de atividades ou durante competições esportivas foram incluídos no estudo. A maioria demonstrou que a criomersão promove efeitos benéficos na percepção da dor e fadiga, na força muscular e no desempenho físico durante torneios disputados em dias consecutivos, sendo uma modalidade efetiva para recuperação pós exercício. Embora seja um tema bastante explorado, estudos futuros utilizando maiores amostras, padronização dos protocolos de aplicação e simulando situações mais controladas devem ser realizados com o intuito de identificar de forma definitiva os reais benefícios da criomersão.

Palavras-chave: imersão, crioterapia, exercício, performance, recuperação.

ABSTRACT

The cold water immersion is a technique that consists of immersing the whole body or a body segment in cold water, for variable amount of time. It has been widely used in the immediate treatment of traumatic injury and may be appropriate as a means of recovery after training and during competitions that promote muscle injury. The aim of this review was to investigate the effects of cold water immersion as a mode of exercise recovery and its role in the physical performance of healthy and physically active subjects and athletes during the competition. After browsing through Scielo, Lilacs, Medline and PEDro databases, as well as searching for periodic articles at SportDiscus, 17 articles were selected, related to the application of cold water immersion after exercises protocols or during sports competitions. Most articles found that cold water immersion promotes positive effects on the perception of pain and general fatigue, muscle strength and physical performance during tournaments played on consecutive days, being an effective method for recovery after exercise. Though it is a topic extensively explored, future studies using larger samples, standardization of application and simulating more controlled situations should be performed in order to definitively identify the real benefits of cold water immersion.

Keywords: *immersion, cryotherapy, exercise, performance, recovery.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	METODOLOGIA.....	9
3	RESULTADOS.....	10
3.1	TABELA 1.....	10
4	DISCUSSÃO.....	14
5	CONCLUSÃO.....	20
	REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A crioterapia é definida como a utilização de aplicações de gelo ou frio com propósitos terapêuticos. É uma técnica de recuperação amplamente difundida, especialmente entre atletas de elite. Embora sua prática seja constante no mundo esportivo e em clínicas de reabilitação a efetividade da crioterapia para fins de recuperação muscular pós exercício ainda carece de evidências científicas (BARNETT, 2006). Além disso, ainda não está totalmente esclarecido os efeitos desta modalidade na performance física de atletas treinados, principalmente em competições consecutivas (MONTGOMERY *et al*, 2008; ROSWELL *et al*, 2009; ROSWELL *et al*, 2011).

Os efeitos fisiológicos da crioterapia incluem diminuição da frequência e débito cardíaco, aumento da pressão arterial e da resistência periférica. O consumo de oxigênio e o metabolismo também aumentam para auxiliar na manutenção da temperatura. Além desses efeitos, é importante observar 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. Essas respostas sequenciais são favoráveis à diminuição da inflamação provocada por danos teciduais, além de reduzir a dor, o edema e o espasmo muscular (WILCOCK *et al*, 2006).

Alguns autores acreditam que, após exercícios de alta intensidade, a crioterapia tenha um efeito direto nos seguintes marcadores biológicos: Lactato Sanguíneo(VAILE *et al*, 2008a; VAILE *et al*, 2008c), Creatina Kinase(CK)(ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; INGRAM *et al*, 2009; LEITE *et al*, 2009; POINTON e DUFFIELD, 2011; POURNOT *et al*, 2011; ROSWELL *et al*, 2009; SELLWOOD *et al*, 2007; SKURVYDAS *et al*, 2006; VAILE *et al*, 2008b), Interleucina-6(IL-6)(ROSWELL *et al*, 2009; VAILE *et al*, 2008b), Mioglobina(Mb)(ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; LEITE *et al*, 2009; ROSWELL *et al*, 2009; VAILE *et al*, 2008b) e Proteína C-reativa(PCR)(ASCENSÃO *et al*, 2011; INGRAM *et al*, 2009; LEITE *et al*, 2009; POINTON e DUFFIELD, 2011). Além disso, também atua na redução de sinais e sintomas como percepção de dor muscular(ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; INGRAM *et al*,

2009; LEITE *et al*, 2009; MONTGOMERY *et al*, 2008; POINTON e DUFFIELD, 2011; POURNOT *et al*, 2011; ROSWELL *et al*, 2009; ROSWELL *et al*, 2011; SELLWOOD *et al*, 2007; SKURVYDAS *et al*, 2006; VAILE *et al*, 2008b) e circunferência do membro(MONTGOMERY *et al*, 2008; SELLWOOD *et al*, 2007; VAILE *et al*, 2008b), ou, ainda, para o restabelecimento pleno de funções como amplitude de movimento(GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009) e torque isométrico máximo(ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; LEITE *et al*, 2009; PEIFFER *et al*, 2009; POINTON e DUFFIELD, 2011; POURNOT *et al*, 2011; SELLWOOD *et al*, 2007; SKURVYDAS *et al*, 2006; VAILE *et al*, 2008b).

Atualmente, a crioterapia pode ser aplicada de várias maneiras nos ambientes terapêutico e esportivo. Dentre elas podemos encontrar: bolsas de gelo, massagem com gelo, criocinética, que é a aplicação intermitente de frio e exercícios ativos, turbilhão frio, sprays ou crioimersão.

A crioimersão é uma técnica que consiste na imersão do corpo ou de um segmento corporal em água gelada(ou a mistura de água com gelo), por quantidade de tempo variáveis. Tem sido largamente utilizada no tratamento imediato de lesões traumáticas e pode ser apropriada como modalidade de recuperação pós treino e durante competições que promovam lesão muscular(BARNETT *et al*, 2006; INGRAM *et al*, 2009; LEITE *et al*, 2009; MONTGOMERY *et al*, 2008; POINTON e DUFFIELD, 2011; ROSWELL *et al*, 2009; ROSWELL *et al*, 2011; SELLWOOD *et al*, 2007; VAILE *et al*, 2008a; VAILE *et al*, 2008b; WILCOCK *et al*, 2006).

Nesta técnica as temperaturas têm sido definidas como menores ou iguais a 15°C(GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; MONTGOMERY *et al*, 2008; PEIFFER *et al*, 2009; SKURVYDAS *et al*, 2006; VAILE *et al*, 2008a; VAILE *et al*, 2008b; WILCOCK *et al*, 2006). No entanto, alguns estudos experimentaram temperaturas entre oito e 10°C(ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; INGRAM *et al*, 2009; LEITE *et al*, 2009; POURNOT *et al*, 2011; POINTON e DUFFIELD, 2011; ROSWELL *et al*, 2009; ROSWELL *et al*, 2011) e até mesmo menores que cinco graus centígrados(SELLWOOD *et al*, 2007). A diferença entre os atuais estudos publicados ocorre devido às metodologias utilizadas, que diferem em relação ao controle das variáveis. Existe pouca razão científica sobre qual deve ser

o limite mínimo para a temperatura da água durante a aplicação da técnica. Dessa forma, para que seja possível uma comparação efetiva entre as pesquisas e com isso, se consiga levantar hipóteses mais concretas sobre as divergências encontradas, é preciso focar não só na temperatura da água utilizada no tratamento, como nos testes de esforço e no tempo de exposição à técnica.

Devido à falta de parâmetros das pesquisas atuais e à escassez de justificativas das mesmas, aliadas ao crescimento das competições e das modalidades esportivas, existe a necessidade de cada vez mais se buscar a otimização das formas de recuperação de atletas e indivíduos fisicamente ativos, durante as competições e no período pós treino. Assim, os adeptos desta técnica podem se recuperar de maneira segura, prevenindo lesões e mantendo performances de alto nível em suas respectivas atividades.

Sendo assim, o objetivo específico desta revisão de literatura é investigar os efeitos da criomersão como modalidade de recuperação pós exercício e sua atuação na performance física de atletas e indivíduos fisicamente ativos durante as competições.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma consulta às bases de dados Scielo, Lilacs, Medline e PEDro e como lista de periódicos o SportDiscus. Os seguintes critérios prévios foram utilizados: data de publicação de janeiro de 2006 a setembro de 2011; idiomas português e inglês; unitermos incluídos no título e/ou resumo – imersão(*immersion*), recuperação(*recovery*), exercício(*exercise*), performance(*performance*), crioterapia(*cryotherapy*). Não houve preferência por algum desenho de estudo específico.

A seleção dos artigos encontrados através da busca nas diferentes bases de dados foi realizada por um mesmo examinador e dividida em etapas. Na primeira etapa foi realizada uma leitura dos títulos de todos os trabalhos encontrados com cada um dos descritores. Na etapa seguinte foi realizada uma leitura crítica dos resumos dos estudos selecionados na etapa anterior. Logo após, foram excluídos aqueles que claramente não se enquadravam em qualquer dos seguintes critérios de inclusão desde trabalho: estudos com indivíduos do gênero masculino; estudos cujos participantes pertenciam à faixa etária média dos 15 aos 35 anos e estudos nos quais os indivíduos selecionados eram saudáveis e encontravam-se fisicamente ativos e/ou treinados. Por fim, os artigos foram lidos na íntegra, excluindo-se os que não apresentavam de modo claro os parâmetros adequados para o presente estudo.

3 RESULTADOS

Foram analisados 17 artigos que avaliaram os efeitos da criomersão na performance física e/ou na recuperação pós exercício. Os artigos foram tabelados de acordo com a data de publicação e os principais dados referentes aos estudos selecionados estão sintetizados na Tabela 1.

3.1 TABELA 1

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionando criomersão à recuperação pós exercício e performance física.

AUTOR	POPULAÇÃO DO ESTUDO	MODELO DE ESTRESSE	MODELO DE RECUPERAÇÃO E CONTROLE	VARIÁVEIS ESTUDADAS	RESULTADOS
Skurvydas <i>et al</i> , 2006.	20 sujeitos saudáveis do gênero masculino (20.4 ± 1.7 anos)	Protocolo de 100 drop jumps, de uma altura de 0,75m, com máxima intensidade e 20 seg. de intervalo entre os saltos.	MMII imersos em água gelada (15 ± 1°C), 2x15min com intervalo de 10min. Imediatamente depois, 4, 8 e 24h pós exercício.	Força isométrica máxima do quadríceps, força provocada por eletroestimulação do quadríceps, altura do salto, dor muscular e CK.	A criomersão após os drop jumps acelera o desaparecimento da maioria dos indicadores de lesão muscular, no período de 24-72h.
Bailey <i>et al</i> , 2007.	20 sujeitos saudáveis, gênero masculino (22.3±3.3 anos).	Protocolo de exercícios de intensidades variadas por 90min utilizando 75% VO ₂ máx.	Imediatamente após o exercício, imersão dos MMII até a região da crista ilíaca, em água gelada com gelo (10°C, 10min) ou recuperação passiva (controle), na posição sentada.	CK, Mb, percepção de dor, força isométrica máxima de flexores e extensores de joelho, saltos verticais e performance de sprint.	A criomersão não teve efeito na resposta da CK, mas reduziu a Mb 1h pós exercício. Além disso, comparado com o GC, diminuiu a dor muscular e a perda de força isométrica dos flexores de joelho.
Sellwood <i>et al</i> , 2007.	40 sujeitos fisicamente ativos, gênero masculino (21.0±3.1 anos)	Protocolo de exercício excêntrico com o membro dominante, utilizando carga de 120% de 1RM para completar 5x10 e	Imediatamente após o protocolo era realizada a criomersão (5°C, 3x1min) ou a imersão em água temoneutra (24°C, 3x1min) nos MMII. Ambas com 1min de descanso entre as imersões.	Dor e sensibilidade na região de quadríceps, inchaço (perimetria da coxa), performance funcional (teste de uma perna, força isométrica de quadríceps) e	Sem diferença significativa entre grupos com relação à perimetria, força isométrica, CK, sensibilidade e dor e teste de uma perna.

		intervalo de 1min entre séries.		CK.	
Vaile <i>et al</i> , 2008a.	12 ciclistas, treinados, gênero masculino (32.2±4.3 anos).	Protocolo diário de 105min de bicicleta, 66 sprints de esforço, além de 9min de um time trial final, por 5 dias seguidos.	Imersão do corpo, exceto pescoço e cabeça, em água gelada(15°C, 14min), água quente(35°C, 14min) e banho de contraste(7 ciclos de 2x2min em cada temp.). GC, recuperação passiva.	Temperatura corporal, lactato sanguíneo, FC, percepção de esforço e trabalho total realizado.	A criomersão e o banho de contraste foram superiores em melhorar a recuperação de atividades de alta intensidade quando comparados com GC e água quente.
Vaile <i>et al</i> , 2008b.	38 sujeitos, gênero masculino (30.3anos), com treinamento de força.	Protocolo de 5x 10 de contrações excêntricas bilaterais no leg press, com carga de 120% de 1RM. Logo após, 2x10 com carga de 100% de 1RM. Descanso de 3min entre séries.	Criomersão(15°C, 14min), banho de contraste (15°C e 38°C, 7x1min cada) e imersão em água quente (38°C, 14min), todos com imersão corporal, exceto pescoço e cabeça. Imediatamente após, 24,48 e 72h pós protocolo.	Força isométrica de quadríceps, saltos, percepção de dor, perimetria da coxa e CK.	Criomersão e banho de contraste foram efetivos em reduzir os déficits fisiológicos e funcionais associados às lesões musculares, inclusive melhorando a força isométrica e reduzindo edema.
Vaile <i>et al</i> , 2008c.	10 ciclistas, treinados, gênero masculino(32 ±5 anos).	Circuito de ciclismo com potência mantida, 2x30min, com intervalo de 1h.	Imersão do corpo, exceto pescoço e cabeça, em água gelada(10°, 15°, 20°C) em 5 ciclos (1min de imersão e 2 fora da água), num total de 15min e recuperação ativa(controle).	Temperatura corporal, lactato sanguíneo, FC, percepção de esforço e trabalho total realizado.	Comparada com a recuperação ativa, os protocolos de criomersão foram efetivos em reduzir a sensação térmica e em manter a performance de alto nível subsequente.
Montgomery <i>et al</i> , 2008.	29 atletas, gênero masculino (19.1±2.1 anos).	Torneio de basquete, durante 3 dias, com uma partida diária de 48min(4x12min) e intervalo de 24h entre elas.	Imersão do corpo até a região mesoesternal em água gelada(11°C, 5x1min, 2min intervalo entre cada imersão), uso de roupa compressiva para MMII(15min) ou recuperação com alongamentos + carboidratos	Testes específicos de performance, flexibilidade, saltos verticais e percepção de dor e fadiga.	A criomersão foi mais efetiva em manter a performance de alguns testes específicos durante o torneio, comparando com o grupo de roupa compressiva. Também foi visto uma menor

			(15min, controle).		redução da flexibilidade com a criomersão.
Goodall e Howatson, 2008.	18 sujeitos fisicamente ativos, gênero masculino (24±5 anos).	Protocolo de 5x20 drop jumps a uma altura de 0.6m seguido de salto máximo após aterrissagem. Descanso de 2min entre séries.	Imediatamente após o exercício, 24, 48 e 72h, imersão contínua dos MMII até a região da crista ilíaca, em água gelada com gelo(15°C, 12min). O GC não recebeu qualquer tratamento.	Contração voluntária máxima dos extensores de joelho, CK, percepção de dor, ADM e perimetria da coxa.	Não houve relação de efeito ou interação com o grupo em qualquer das variáveis. A criomersão não atenuou nenhuma das medidas.
Howatson et al, 2009.	16 sujeitos, fisicamente ativos, gênero masculino (23±3 anos).	Protocolo de 5x20 drop jumps a uma altura de 0.6m seguido de salto máximo após aterrissagem. Descanso de 2min entre séries.	Imediatamente após o exercício, 24, 48 e 72h, imersão contínua dos MMII até a região da crista ilíaca, em água gelada com gelo(15°C, 12min). O GC não recebeu qualquer tratamento.	Contração voluntária máxima dos extensores de joelho, CK, percepção de dor, ADM e perimetria da coxa.	Não houve diferença significativa entre os grupos para qualquer das variáveis. A criomersão não teve efeito após séries de exercícios lesivos.
Leite et al, 2009.	20 atletas de futebol, categoria júnior, gênero masculino.	Uma única partida de futebol de campo, disputada em 90min (2x45min).	MMII imersos durante 10min em água gelada (10°C) ou em água termoneutra (34°C) imediatamente após a partida.	CK, Mb, PCR, habilidade de salto e sprint(20m), dor muscular e força isométrica máxima de quadríceps.	A criomersão, imediatamente após a partida de futebol, reduziu os níveis de lesão e de desconforto muscular.
Roswell et al, 2009.	20 atletas de futebol, categoria júnior, gênero masculino (15.9±0.6 anos).	Torneio de 4 dias, com uma partida diária de 90min(2x45min) e intervalo de 24h entre elas.	Após cada jogo, imersão do corpo até a região mesoesternal em água gelada(10°C) ou termoneutra (34°C) por ciclos de 5x1min com descanso de 1min à temp. de 24°C.	Saltos verticais, 12 séries de sprints de 20m, 5min de corrida submáxima, percepção de recuperação física e mental, de dor e fadiga geral. Além de CK, Mb e IL6.	A criomersão imediatamente após a partida de futebol não afetou os testes de performance física e nem os marcadores de lesão e inflamação. Porém, reduziu a percepção de fadiga geral e de dor nas pernas no período entre as partidas realizadas no torneio.
Peiffer et al, 2009.	10 ciclistas treinados, gênero masculino (27±7 anos).	Protocolo de exercício consistindo de 90min de ciclismo com potência constante	Imersão do corpo até a região mesoesternal em água gelada (14°C) ou recuperação passiva(controle)	Força isométrica de quadríceps, força isométrica com estimulação elétrica, diâmetro da veia femoral e temperatura da	Houve redução da temperatura retal no grupo da criomersão, porém, apresentou também

		seguido de 16.1km de corrida contra o relógio, no calor.	em temperatura ambiente(24°C). Aplicado 25min após o protocolo de exercício.	pele e retal.	diminuição na força isométrica voluntária e na força com eletroestimulação, comparando com GC.
Pournot <i>et al</i> , 2011.	41 atletas de elite, gênero masculino (21.5±4.6 anos).	Protocolo de 20min de exercícios divididos em 2 etapas e descanso de 10 entre elas. Cada uma com duração de 10min e alternância entre cont.volunt. max.(30seg) e remada (30seg).	Uma hora e 24h após o exercício, imersão contínua dos MMII até a região da crista ilíaca, em água gelada (10°C, 15min), termoneutra (36°C, 15min), banho de contraste(5ciclos de 3x1min, 10° e 42°C) ou recuperação passiva(c ontrole) que não recebeu qualquer tratamento.	Contração voluntária máxima dos extensores de joelho do membro não dominante, saltos verticais, remada(máx. performace), CK, LDH e percepção de dor.	Uma hora pós exercício os grupos de criomersão e contraste tiveram melhora significativa na contração máxima e no desempenho da remada. Essas modalidades são mais efetivas em promover uma rápida recuperação após séries de exercícios exaustivos.
Ascensão <i>et al</i> , 2011.	10 atletas de futebol, categoria júnior, gênero masculino (18.3±0.8 anos).	Uma única partida de futebol de campo, disputada em 90min (2x45min).	Imediatamente após a partida, imersão dos MMII até a região da crista ilíaca, em água gelada com gelo(10°C, 15min) ou termoneutra (35°C, 15min).	CK, Mb, PCR, função neuromuscular(saltos, sprints e força isométrica max. de quadríceps) e percepção de dor.	A criomersão, na comparação entre grupos, logo após a partida de futebol, reduziu os danos musculares e o desconforto, além contribuir para uma rápida recuperação da função neuromuscular.
Pointon e Duffield, 2011.	10 atletas de rugby, gênero masculino(21 ±1.7 anos)	Protocolo de 3 séries de sprint intermitente (2x30min) com ou sem colisão. Descanso de 10min entre as repetições.	10min após o protocolo de exercício, imersão até a região da crista ilíaca com água gelada(9.2°C, 9min e 1min de descanso)(2x10min). GC, descanso 20min.	CK, PCR, FC, contração voluntária máxima, força com estimulação elétrica, eletromiografia e percepção de dor.	O uso de criomersão resultou em rápida recuperação das contrações musculares, da eletromiografia e das propriedades musculares avaliadas. Além disso reduziu a percepção de dor após o exercício com colisão.

4 DISCUSSÃO

Esta revisão de literatura teve como objetivo investigar os efeitos da criomersão como modalidade de recuperação pós exercício e sua atuação na performance física de atletas e indivíduos fisicamente ativos durante as competições.

Está claro que a criomersão induz várias mudanças no corpo causando uma série de respostas fisiológicas e biomecânicas. No entanto, os efeitos subsequentes à sua aplicação após atividades físicas não estão totalmente claros. O conceito mais comum é o de que a criomersão provoca vasoconstrição, estimulando o retorno venoso e auxiliando na remoção de metabólitos após o exercício, além da redução de edemas e da dor muscular.

Com relação à recuperação da força muscular através das contrações voluntárias máximas, após os protocolos de exercícios, resultados positivos foram encontrados na maior parte dos estudos que se propuseram a trabalhar esta variável. Skurvydas *et al* (2006) demonstraram que a criomersão resultou em uma recuperação acelerada da contração voluntária máxima e na realização de saltos verticais com 24 e 48h pós exercício, comparado ao grupo controle que não recebeu intervenção. A criomersão também resultou em um aumento da força por eletroestimulação em comparação ao grupo controle, assim como no estudo de Pointon e Duffield (2011). Da mesma forma, outros estudos verificaram rápida resposta da função muscular seguida da aplicação de criomersão após atividades de alta intensidade envolvendo várias articulações(VAILE *et al*, 2008a; VAILE *et al*, 2008b; VAILE *et al*, 2008c) ou simulando demanda de atividades esportivas(INGRAM *et al*, 2009; POINTON e DUFFIELD, 2011; POURNOT *et al*, 2011). Este fato é normalmente atribuído devido a interação, causada pela utilização da criomersão, entre uma ativação central aumentada e a melhora da recuperação das funções contráteis do músculo(LEITE *et al*, 2009; POINTON e DUFFIELD, 2011), além da redução considerável dos sintomas deletérios associados aos exercícios realizados.

De forma contrária, alguns trabalhos não observaram melhora da força voluntária máxima (GOODALL e HOWATSON, 2008; PEIFFER *et al*, 2009; SELLWOOD *et al*, 2007). Howatson *et al* (2009) verificaram redução da força de quadríceps após o protocolo de exercícios, sem que a mesma retornasse aos valores basais mesmo depois de 96h pós atividade. Uma explicação para tais achados é que a redução da produção de força extensora do joelho seja devido a um aumento do efeito antagonista durante as contrações isométricas repetidas. Esse mecanismo tem sido postulado como uma maneira de proteger o músculo agonista contra lesões (POINTON e DUFFIELD, 2011). Outro detalhe a ser considerado é que alguns estudos realizaram o teste de força voluntária máxima utilizando dinamômetro para os extensores de joelho especificamente (GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; MONTGOMERY *et al*, 2008; PEIFFER *et al*, 2009; SKURVYDAS *et al*, 2006). Segundo Wilcock *et al* (2006), este tipo de teste tem pouca semelhança com os movimentos esportivos e tem sido observada baixa correlação com outras medidas de desempenho. Além disso, o fato de haver o isolamento dos extensores de joelho reduz a habilidade do estudo de detectar fadiga muscular de outros grupos.

Vários estudos incluídos na presente revisão utilizaram modelos de estresse com exercícios envolvendo basicamente contrações excêntricas, que por sua vez, produzem maiores danos ao músculo com conseqüente perda de força. A resposta inflamatória a este tipo de exercício é associada com necrose celular na região e fluxo de substratos celulares do músculo lesado, levando a um aumento de algumas enzimas como a creatina quinase (CK) (BARRET, 2006; WILCOK *et al*, 2006). O intuito era avaliar os efeitos da crioimersão nos marcadores de lesão que surgiam após esses protocolos.

Selwood *et al* (2007) não encontraram diferenças entre o efeito da crioimersão e do repouso, após um protocolo de exercícios excêntricos para membros inferiores, sobre a CK. Outros estudos prévios também não visualizaram redução de CK após a crioimersão (BAILEY *et al*, 2007; GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; INGRAM *et al*, 2009). Ingram *et al* (2009), porém, sugeriram que a melhora na capacidade de geração de força voluntária máxima é um marcador de lesão mais relevante que as concentrações de CK. E a crioimersão,

neste caso, foi eficaz em retomar aos valores de base da força de contração máxima em comparação com outros grupos.

De maneira oposta aos resultados negativos citados, Vaile *et al* (2008b) compararam a crioimersão com o banho de contraste e a imersão em água quente. Neste estudo foi utilizada uma piscina como ambiente para aplicação da técnica. Os autores verificaram que na crioimersão e no banho de contraste houve redução de edema e dos níveis de CK, 24 e 72h pós protocolo de exercício. Na imersão em água quente foi visto alguma melhora somente com 48h. Esses resultados demonstram que a pressão hidrostática presente no ambiente pode auxiliar na redução de edemas através do favorecimento de um gradiente osmótico levando a um aumento na reabsorção dos fluidos intersticiais(WILCOCK *et al*, 2006). No entanto, levando em consideração os valores encontrados no estudo, percebe-se que nesta situação, quanto mais gelada a água(15°C) utilizada no tratamento, mais importante e crucial o papel da temperatura para a recuperação pós exercício e não somente a pressão hidrostática. Nos outros estudos cujos níveis de CK também se mostraram reduzidos após aplicação da crioimersão(ASCENSÃO *et al*, 2011; LEITE *et al*, 2009; POINTON e DUFFIELD, 2011; POURNOT *et al*, 2011) uma possível explicação seria devido a uma redução da resposta inflamatória pela constrição dos capilares e diminuição da permeabilidade e do fluxo sanguíneo(WILCOCK *et al*, 2006).

Nos estudos de Roswell *et al* (2009), Roswell *et al* (2011) e Montgomery *et al* (2008) os efeitos da crioimersão foram avaliados exclusivamente na performance física através de competições disputadas em dias consecutivos. Nos dois primeiros trabalhos foi realizado um protocolo semelhante de um torneio de futebol de quatro dias, com uma partida diária de 90min(dois tempos de 45min) e intervalo de 24h entre elas. Após cada jogo, realizava-se a imersão do corpo até a região mesoesternal em água gelada(10°C) ou termoneutra (34°C) por ciclos de cinco vezes de um minuto com descanso de um minuto à temperatura ambiente de 24°C. Foi concluído no trabalho de Roswell *et al* (2009) que a crioimersão imediatamente após a partida de futebol não afetou os testes de performance física e nem os marcadores de lesão e inflamação. Porém, reduziu a percepção de fadiga geral e de dor nas pernas no período entre as partidas realizadas no torneio. Dessa forma, existe a possibilidade de que os atletas sintam-se beneficiados com o

tratamento recebido e independente dos testes específicos não terem sido positivos, a performance durante os dias jogados possa ser melhorada. Já a explicação para a ausência de mudança nos marcadores de lesão é que os mesmos se acumulam quando partidas são jogadas sucessivamente fazendo com que não haja tempo hábil para a modalidade utilizada ser capaz de reduzir estes níveis.

Roswell *et al* (2011) verificaram que a crioterapia propiciou mais benefícios em comparação ao grupo controle no que diz respeito à distância total percorrida ao final da competição, além da redução do tempo de permanência no nível alto de frequência cardíaca (FC) (acima de 90% da FC máxima). A crioterapia também foi mais efetiva em reduzir a percepção de dor e fadiga reduzindo a perda de performance na corrida e mantendo a frequência cardíaca na zona moderada. Na pesquisa de Montgomery *et al* (2008) foi disputado um torneio de basquete, por três dias seguidos, com uma partida diária de 48min (quatro quartos de 12min) e intervalo de 24h entre elas. A imersão era feita até a região mesoesternal, em água gelada (11°C), com ciclos de cinco vezes de um minuto (dois minutos de descanso entre cada imersão), em comparação ao uso de roupa compressiva para membros inferiores (15min) ou recuperação com alongamentos mais a ingestão de carboidratos (15min, grupo controle). A crioterapia foi mais efetiva em manter a performance de alguns testes específicos durante o torneio, comparado com o grupo de roupa compressiva. Também foi visto uma menor redução da flexibilidade com a crioterapia além de uma diminuição substancial na sensação de dor e benefícios moderados na queixa de fadiga. Ainda com relação a essas medidas perceptivas, Roswell *et al* (2009) e Roswell *et al* (2011) acreditam haver um *link* entre a percepção de esforço e a performance física, onde atletas instintivamente tendem a regular a intensidade de exercício praticada baseada na sensação de fadiga. Porém, esse mecanismo não está totalmente claro e precisa de mais investigação.

Um teste específico comumente utilizado para avaliação da performance é o teste de saltos verticais. Dos artigos que utilizaram este teste (ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; LEITE *et al*, 2009; MONTGOMERY *et al*, 2008; POURNOT *et al*, 2011; ROSWELL *et al*, 2009; SKURVYDAS *et al*, 2006; VAILE *et al*, 2008b) somente Skurvydas *et al* (2006) verificaram resultados estatisticamente significantes. Foi visto que os valores dos saltos realizados retornaram aos níveis de base após 72h. Também foi observado neste estudo que a força muscular não só

alcançou os valores pré exercício como ultrapassou esta marca após 72h. Desta forma, o aumento pós exercício da força muscular voluntária e da força através de eletroestimulação pode ser uma explicação para uma melhora da performance física observada. Outros estudos como Poumot *et al* (2011) e Ascensão *et al* (2011) não relataram bons resultados com a utilização da crioterapia mesmo quando comparada com outras modalidades. Não houve diferenças significativas entre banho de contraste(10°C e 42°C), imersão em água termoneutra(35°C e 36°C) e crioterapia(10°C). Reduções drásticas dos valores dos saltos ocorreram principalmente após 24h e nenhuma técnica foi capaz de retornar aos valores de base descritos no pré exercício. Uma explicação para todos estes artigos que apresentaram resultados negativos é que o tempo de exposição pode estar relacionado com o fato de não melhorar a performance, já que estes tempos variaram entre cinco e 20min entre os estudos, além de terem sido aplicados de formas diferentes e com tempos de descanso distintos. Bailey *et al* (2007) viram que mesmo com tempos mais prolongados os testes de saltos não melhoraram. Esses resultados levam ao pensamento de que uma maior quantidade de testes específicos para performance, aplicados de forma mais padronizada, deve ser considerado. Além disso, um maior consenso sobre a aplicação das técnicas de recuperação deve ser considerado.

A percepção de dor foi a variável mais estudada, estando presente em 82% dos artigos desta revisão. Resultados satisfatórios foram encontrados com relação a esta variável(ASCENSÃO *et al*, 2011; BAILEY *et al*, 2007; GOODALL e HOWATSON, 2008; HOWATSON *et al*, 2009; INGRAM *et al*, 2009; LEITE *et al*, 2009; MONTGOMERY *et al*, 2008; POINTON e DUFFIELD, 2011; ROSWELL *et al*, 2009; ROSWELL *et al*, 2011; SELLWOOD *et al*, 2007; SKURVYDAS *et al*, 2006). No trabalho de Roswell *et al* (2011), após a aplicação da crioterapia foram reportadas menores taxas de dor nas pernas e percepção de fadiga geral entre os indivíduos. Além disso, todos os participantes do grupo de crioterapia relataram que a modalidade melhorou a recuperação e foi benéfica em manter a performance física seguinte. No estudo de Ascensão *et al* (2011) o protocolo de crioterapia era aplicado após cada partida de futebol jogada e consistia em 10min mantidos em água com temperatura de 10°C. Foi observada redução máxima da dor nos adutores do quadril após 30min e em panturrilha e quadríceps após 24h de aplicação, em

comparação com o grupo de imersão em água temoneutra(35°C). Pointon e Duffield (2011) também investigaram a percepção da dor através da escala visual analógica e reportaram que a aplicação da crioimersão resultou em diminuição significativa da sensação de dor no período de duas horas pós recuperação, em comparação com o grupo controle. O aumento da dor muscular após o exercício pode ser explicado por dois fatores: imediatamente após a atividade devido ao edema e/ou pelo acúmulo de produtos metabólicos e uma dor mais tardia associada com a resposta inflamatória e com a lesão tecidual(ASCENSÃO *et al*, 2011; BARRET, 2006; WILCOCK *et al*, 2006). Desta forma, a crioimersão atua reduzindo a temperatura dos tecidos e aumentando a pressão na região tratada. Essa combinação pode estar relacionada com a redução do edema. Além disso, ao reduzir a temperatura do tecido muscular para aproximadamente 10 a 15°C ocorre redução da velocidade de condução nervosa, da atividade de mecanorreceptores e consequente inibição do ciclo dor-espasmo-dor(WILCOCK *et al*, 2006).

É importante considerar que a heterogeneidade dos estudos incluídos, particularmente em termos de protocolos de aplicação, além das amostras reduzidas pode limitar algumas interpretações desta revisão. Outra limitação observada na maioria dos estudos é que os mesmos utilizaram o descanso como controle, fato que pode não controlar adequadamente o possível efeito placebo associado com diferentes técnicas de crioterapia. Além disso, em metade dos estudos selecionados nesta revisão, a imersão ocorreu em somente parte do corpo, mais especificamente nas regiões afetadas pelos protocolos de exercícios. Segundo Wilcock *et al* (2006) quanto maior a porção corporal imersa maior a movimentação de fluidos celulares, de débito cardíaco e fluxo sanguíneo. Logo, um aumento desses fatores melhoraria a capacidade de transporte de resíduos metabólicos após os exercícios. Por fim, seria esperado que se segmentos corporais maiores fossem submersos o efeito da crioimersão na recuperação pós atividade se tornaria mais eficaz.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão de literatura concluiu que a criomersão, apesar da ausência de consenso sobre a aplicação da técnica, é uma modalidade efetiva para indivíduos saudáveis, fisicamente ativos e atletas como forma de recuperação pós exercício e durante competições com atividades realizadas em dias consecutivos.

Trata-se de um tema bastante explorado, porém futuros estudos utilizando maiores amostras, padronização dos protocolos de aplicação e simulando situações mais controladas devem ser realizados com o intuito de identificar de forma definitiva os reais benefícios da criomersão.

REFERÊNCIAS

- ASCENSÃO, A.; LEITE, M.; REBELO, A. N. et al. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. **Journal of Sports Sciences**, v.29, n.3, p. 217-225, 2011.
- BAILEY, D. M.; ERITH, S. J.; GRIFFIN, P. J. et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. **Journal of Sports Sciences**, v.25, p. 1163-1170, 2007.
- BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: Does it help? **Sports Medicine**, v.36, p. 781-796, 2006.
- GOODALL, S.; HOWATSON, G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.7, p. 235-241, June 2008.
- HOWATSON, G.; GOODALL, S.; VAN SOMEREN, K. A. The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.105, p. 615-621, Nov. 2009.
- INGRAM, J.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. et al. Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, p. 417-421, 2009.
- LEITE, M. A. **Efeitos da crioterapia na recuperação das alterações na performance física e de indicadores de lesão muscular induzida por um único jogo de futebol**. Dissertação (Mestrado em Desporto de Alto Rendimento) – Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto, 2009.
- MONTGOMERY, P. G.; PYNE, D. B.; COX, A. J. et al. Muscle damage, inflammation, and recovery interventions during a 3-day basketball tournament. **European Journal of Sport Science**, v.8, p. 241-250, 2008.
- PEIFFER, J.; ABBISSA, C. R.; NOSAKAA, K. et al. Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, p. 91-96, 2009.
- POINTON, M.; DUFFIELD, R. Cold water immersion recovery following simulated collision sport exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.43, 2011.

POURNOT, H.; BIEUZEN, F.; DUYELD, R. et al. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.111, n.7, p. 1287-1295, 2011.

ROSWELL, G. J.; COUTTS, A. J.; REABURN, P. et al. Effect of cold-water immersion on physical performance between successive matches in junior high-performance soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.27, p. 565-573, 2009.

ROSWELL, G. J.; COUTTS, A. J.; REABURN, P. et al. Effect of post-match cold water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play. **Journal of Sports Sciences**, v.29, n.1, p. 1-6, 2011.

SELLWOOD, K. L.; BRUKNER, P.; WILLIAMS, D. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p. 392-397, Jan. 2007.

SKURVYDAS, A.; SIPAVICIENE, S.; KRUTULYTE, G. et al. Cooling leg muscles affects dynamics of indirect indicators of skeletal muscle damage. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v.19, p. 141-151, 2006.

VAILE, J.; HALSON, S.; GILL, N. et al. Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. **International Journal of Sports Medicine**, v.29, p. 539-544, 2008a.

VAILE, J.; HALSON, S.; GILL, N. et al. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. **European Journal of Applied Physiology**, v.102, p. 447-455, 2008b.

VAILE, J.; HALSON, S.; GILL, N. et al. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. **Journal of Sports Sciences**, v.26, n.5, p. 431-440, Mar. 2008c.

WILCOCK, I. M.; CRONIN, J. B.; HING, W. A. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? **Sports Medicine**, v.36, p. 747-765, 2006.