

USO DA CRIOTERAPIA NAS LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

USE OF CRYOTHERAPY IN MUSCULOSKELETAL INJURIES: A SYSTEMATIC REVIEW

Eros Silva Cláudio¹, Kárenn Klycia Pereira Botelho², Joelcy Pereira Tavares³, Elizângela Sofia Ribeiro Rodrigues³, Rafael Ferraz Araújo⁴, Samir Fernandes Braga⁴

RESUMO

Introdução: A abordagem das lesões teciduais agudas com a aplicação de gelo é prática rotineira, entretanto, ainda não há consenso sobre qual é o tempo de aplicação ideal para que as temperaturas alvo sejam obtidas, qual a frequência de aplicação e a duração do tratamento das lesões agudas com crioterapia de modo que os resultados sejam maximizados. **Objetivo:** Verificar os parâmetros do uso de crioterapia nas lesões musculoesqueléticas agudas. **Materiais e métodos:** Realizou-se busca nas bases de dados eletrônicas Scielo, PubMed Central e BVS em que incluiu-se estudos LILACS e MEDLINE. Os descritores utilizados foram crioterapia e fisioterapia nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola. **Resultados:** Foram selecionados 22 artigos que se enquadravam nos objetivos e nos critérios de inclusão para a elaboração das tabelas de resultados. **Conclusão:** Apesar das limitações metodológicas observou-se que é razoável indicar a crioterapia para o tratamento de lesões musculoesqueléticas e prevenção de efeitos indesejados do exercício resistido. A maioria das evidências apontam para um tempo de tratamento entre 10 a 15 minutos. Notou-se ainda que a maioria dos estudos indica um retorno gradual à atividade executada no pós imediato da crioterapia, sendo sugerido a realização de aquecimento antes do retorno completo. As evidências sobre os efeitos anti-inflamatórios da crioterapia foram inconclusivas, sendo necessários mais estudos para esclarecimento dessa questão

Palavras-chave: Crioterapia. Sistema musculoesquelético. Lesões. Fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: The approach of acute tissue injury with the application of ice is routine practice, however, there is still no consensus on what is the ideal application time for the target temperatures to be obtained, the frequency of application and the duration of treatment. acute lesions with cryotherapy so that results are maximized. **Objective:** To verify the parameters of the use of cryotherapy in acute musculoskeletal injuries. **Materials and methods:** A search was conducted in the electronic databases Scielo, PubMed Central and VHL, which included LILACS and MEDLINE studies. The descriptors used were cryotherapy and physiotherapy in Portuguese, English and Spanish. **Results:** 22 articles were selected that fit the objectives and inclusion criteria for the elaboration of the results tables. **Conclusion:** Despite the methodological limitations it was observed that it is reasonable to indicate cryotherapy for the treatment of musculoskeletal injuries and prevention of unwanted effects of resistance exercise. Most evidence points to a treatment time of 10 to 15 minutes. It was also noted that most studies indicate a gradual return to activity performed in the immediate post-cryotherapy period, and warm-up is suggested before complete return. Evidence on the anti-inflammatory effects of cryotherapy was inconclusive and further studies are needed to clarify this issue.

Keywords: Cryotherapy. Musculoskeletal system. Injuries Physiotherapy.

¹ Fisioterapeuta pela Universidade Estadual de Goiás e Docente da Universidade de Gurupi (UNIRG), Gurupi-GO
E-mail: eros_claudio@hotmail.com

² Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco – AC

³ Docente da Universidade de Gurupi (UNIRG), Gurupi-GO

⁴ Polícia Técnico-Científica / Instituto Médico-Legal do Estado de Goiás - GO

1. INTRODUÇÃO

A crioterapia consiste da aplicação de gelo sobre uma superfície corpórea visando efeitos terapêuticos a partir das consequências do resfriamento do local.^{1, 2} A abordagem das lesões teciduais agudas com a aplicação de gelo é prática rotineira, sendo indicada por especialistas na vasta maioria das vezes.³ O resfriamento dos tecidos lesionados agudamente pode favorecer a redução do processo inflamatório adjacente⁴ pela vasoconstrição gerada pela diminuição da temperatura, amenizando, dessa forma, alterações indesejadas como edema, dor e calor local.⁵

Por tratar-se de uma técnica barata e de fácil execução, a crioterapia historicamente tem um grande peso para o tratamento imediato de lesões de tecidos moles bem como no processo de reabilitação. As evidências demonstram que a aplicação em curto prazo de gelo traz bons resultados até mesmo no processo de recuperação a longo prazo, fato este que endossa a presença da técnica no famoso mnemônico PRICE (proteção, repouso, ice/gelo, compressão, elevação), adotado para lesões musculoesqueléticas agudas.^{6, 7}

Para que os efeitos da crioterapia sejam evidenciados, uma temperatura alvo é necessária. Há, descrito na literatura, que a faixa ideal de resfriamento do tecido para a diminuição do metabolismo local das células de modo a não gerar danos adicionais está na faixa de 10 a 15°C.⁸ Essa temperatura deve ser alcançada não somente superficialmente, mas também nos tecidos mais profundos, o que demanda que a aplicação de gelo tenha uma duração maior. Existem diversos fatores que devem ser levados em conta como a presença de tecido adiposo no local da aplicação e a espessura do pânículo por tratar-se de uma matéria naturalmente isolante térmico, dificultando, dessa forma, a troca de calor.⁹

Entretanto, ainda não há consenso sobre qual é o tempo de aplicação ideal para que as temperaturas alvo sejam obtidas, qual a frequência de aplicação e a duração do tratamento das lesões agudas com crioterapia de modo que os resultados sejam maximizados. Apesar do grande volume de publicações na área, nem mesmo as revisões sistemáticas sobre o assunto entraram em consenso sobre a técnica ao longo do tempo.^{10, 11} Dessa forma, o estudo objetiva verificar os parâmetros do uso de crioterapia nas lesões musculoesqueléticas agudas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática cuja busca dos artigos foi realizada nas plataformas *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*, *PubMed Central (PMC)* e na *Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)*, em que incluiu-se estudos da *Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS)* e *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE)*. Os descritores utilizados foram *crioterapia (cryotherapy)* e *fisioterapia (physiotherapy)*.

A pesquisa inicial resultou em 380 artigos que foram, posteriormente, selecionados conforme tema e resumo apresentado. Foram pesquisados artigos publicados em Inglês, Português ou Espanhol, publicados entre 2009 e 2020.

Os critérios de inclusão dos artigos foram: revisões sistemáticas de literatura ou estudos randomizados utilizando unicamente a crioterapia como um dos desfechos, sem associação com outras técnicas e serem artigos completos. Foram excluídos os artigos que usavam a crioterapia na abordagem pós-cirúrgica, tratamento de doenças crônicas - osteomusculares ou não -, estudos realizados em animais, artigos duplicados nas plataformas pesquisadas e relatos de caso.

3. RESULTADOS

Após a análise de dois avaliadores independentes, foram selecionados 22 artigos que se enquadravam nos objetivos e nos critérios de inclusão para a elaboração das tabelas de resultados. As tabelas de resultados foram divididas em duas modalidades conforme o tipo de estudo: estudos randomizados (Tabela 1) e estudos de revisão sistemática de literatura (Tabela 2)

Tabela 1. Estudos randomizados incluídos nesta revisão organizados por: autores, ano de publicação, objetivo, metodologia da aplicação da crioterapia e resultados.

AUTORES E ANO DE PUBLICAÇÃO	OBJETIVOS	METODOLOGIA DA APLICAÇÃO DE CRIOTERAPIA	RESULTADOS
Douglas M. <i>et al.</i> (2013) ¹²	Determinar o efeito da crioterapia aplicada ao tornozelo no equilíbrio estático e dinâmico de pé.	20 participantes foram testados sob duas condições: uma condição experimental com imersão em água a 4,4 °C do pé e tornozelo por 15 minutos imediatamente antes do teste de equilíbrio e uma condição de controle	Não houveram diferenças estatisticamente significativas entre a pós-crioterapia e as condições de controle no equilíbrio estático, porém houve diminuição estatisticamente significativa do equilíbrio dinâmico após a aplicação da crioterapia.

		concluída à temperatura ambiente.	
Torres R. <i>et al.</i> (2017) ¹³	Analisar a influência da crioterapia com uma bolsa de gelo picado na propriocepção do ombro em relação à sensação de posição articular, sensação de força, limiar para detecção de movimento passivo e produção máxima de força.	Uma bolsa de gelo triturado foi aplicada no ombro por 15 minutos, enquanto os participantes do grupo controle aplicaram um saco de areia à temperatura da pele, também por 15 minutos.	A contração isométrica voluntária máxima diminuiu após a crioterapia. O senso de posição do ombro e o limiar para a detecção de movimento passivo também sofreram comprometimento significativo.
Missau ET. <i>et al.</i> (2018) ⁵	Avaliar os efeitos da imersão em água fria sobre a leucocitose, parâmetros de estresse oxidativo, marcadores inflamatórios e dor muscular de início tardio, resultantes de uma sessão de exercícios resistidos em voluntários desentrenados.	13 voluntários randomizados em um grupo de exercício resistido controle e um grupo com imersão em água fria. A crioterapia consistiu em imersão em água (15 °C), no nível da região umbilical, durante 10 minutos, imediatamente após a sessão de exercícios.	A imersão em água fria reduziu em 57% a dor muscular de início tardio e retardou a resposta inflamatória em indivíduos desentrenados submetidos a exercícios resistidos.
Tassignon B. <i>et al.</i> (2018) ¹⁴	Examinar se dois protocolos de resfriamento contínuo de joelho: um de 10 °C e outro de 18 °C por 1 hora afetavam os testes de atividade neuromuscular e desempenho funcional.	20 indivíduos saudáveis do sexo masculino foram randomizados em 2 grupos (10 °C e 18 °C) realizaram uma contração voluntária máxima do quadríceps (CVM), salto único por distância (SUD) e salto cruzado por tempo (SCT).	O resfriamento contínuo do joelho a 18 °C por uma hora não afeta o desempenho funcional de saltos. A aplicação de um protocolo de resfriamento semelhante a 10 °C resulta em uma diminuição significativa no desempenho funcional do salto e na frequência EMG. A amplitude EMG permaneceu inalterada.
Rabelo PHR. <i>et al.</i> (2016) ¹⁵	Verificar o comportamento da força máxima de preensão antes e depois do resfriamento do antebraço.	A amostra foi composta por 30 indivíduos saudáveis que tiveram o antebraço resfriado com imersão até o cotovelo em água a 10 °C por 15 minutos.	A força de preensão diminuiu significativamente entre o período anterior ao resfriamento e todos os intervalos de tempo após a imersão em água gelada. Houve também um aumento gradual da força de preensão durante a fase de recuperação, porém, não recuperou-se totalmente mesmo após os 30 minutos de exposição à temperatura ambiente.
Peake JM. <i>et al.</i> (2017) ¹⁶	Investigar se a imersão em água fria reduz a	9 homens realizaram exercícios de resistência unilateral da parte inferior	Alterações nas células inflamatórias, citocinas, neurotrofinas e HSPs não diferiram

	inflamação local no músculo após o exercício, em comparação com a recuperação ativa	do corpo em dias separados. Em um dia, eles mergulharam a parte inferior do corpo em água fria (10 °C) por 10 minutos após o exercício. Biópsias musculares foram coletadas da perna exercitada antes, 2, 24 e 48h após o exercício em ambos os ensaios.	significativamente entre os tratamentos de recuperação, portanto, em comparação com a recuperação ativa, a imersão em água fria não reduziu significativamente a inflamação ou o estresse celular no músculo após o exercício.
Fonseca LB. <i>et al.</i> (2016) ¹⁷	Investigar os efeitos da imersão em água fria sobre lesão muscular, percepção de dor muscular e recuperação da força muscular dos membros superiores e inferiores após o treinamento de jiu-jitsu.	8 atletas do sexo masculino altamente treinados foram randomizados em 2 grupos: um para recuperação usando imersão em água fria a 6,0 °C por 19 minutos e os demais participantes foram alocados à condição de controle.	O uso da imersão em água fria pode ser benéfico para atletas de jiu-jitsu, pois reduz os níveis circulantes de LDH, resulta em menos dor muscular percebida e ajuda na recuperação da força muscular às 24 horas após a recuperação.
Freire TR. <i>et al.</i> (2015) ¹⁸	Avaliar o desempenho físico, a frequência cardíaca e o equilíbrio estático com olhos abertos, em atletas de futsal (futebol de salão), antes e depois da crioterapia nos membros inferiores.	32 indivíduos foram randomizados em dois grupos: (A) grupo controle, imersão em água a 24°C por 10 min; (B) grupo intervenção, crioterapia em água com gelo a 10°C por 10 minutos antes e após avaliação do equilíbrio no baropodômetro e corrida de 100m.	A crioterapia prejudicou o desempenho físico, quando a atividade foi imediatamente após a mesma. Não houveram alterações significativas na frequência cardíaca e no equilíbrio de atletas de futsal.
Tano SS. <i>et al.</i> (2015) ¹⁹	Analisar os efeitos da imersão em água fria no equilíbrio postural no equilíbrio unipodal em indivíduos saudáveis através das variáveis oscilações do centro de pressão, velocidade anteroposterior e medial-lateral, comparando condições de olhos abertos e fechados nos momentos anteriores, imediatamente, 20 e 40 minutos após imersão em água	30 indivíduos do sexo masculino foram avaliados em uma plataforma de força, protocolo de 3 tentativas de 30 segundos cada com 10 segundos de descanso antes e após imersão em água fria a 5 °C durante 15 minutos.	Diferenças significativas foram observadas na condição Olhos Fechados nas seguintes comparações: no Centro de Pressão apenas no momento imediato, quando comparado ao momento de 40 minutos; na velocidade anteroposterior no momento anterior quando comparado ao momento de 40 minutos, no momento imediato quando comparado ao momento de 20 minutos e 40 minutos; e na velocidade medial-lateral em duas comparações: no momento anterior à imersão quando comparado aos momentos de 20 e 40 minutos após a crioterapia. Os resultados mostram segurança na realização de atividades após a

	fria.		crioterapia.
Santos VBC. <i>et al.</i> (2015) ²⁰	Objetivou-se comparar a eficácia da aplicação do pacote de gelo convencional (PG) em relação à criomersão (CI) na diminuição da temperatura superficial da pele do tornozelo de atletas.	13 atletas tiveram o pacote de gelo e a criomersão aplicados sobre o ligamento talofibular anterior do tornozelo dominante, por 30 minutos. A temperatura superficial da pele foi verificada pré-aplicação e durante a crioterapia (10, 15, 20, 25 e 30 minutos) e até duas horas de reaquecimento.	Concluiu-se que, ao final dos 30 minutos de aplicação, pacote de gelo e criomersão alcançaram a temperatura adequada para os benefícios da crioterapia, porém a criomersão obteve menor temperatura no período de reaquecimento.
Muniz TB. <i>et al.</i> (2015) ²¹	Avaliar os efeitos da crioterapia aplicada na panturrilha, tornozelo e sola do pé em adultos jovens e saudáveis nas forças de reação do solo durante o início da marcha.	21 mulheres foram avaliadas quanto às forças de iniciação da marcha, propulsão máxima, forças de frenagem e impulsos por meio de uma plataforma de força, antes e após aplicação do gelo (aplicado em bolsas contendo 1,5kg mas sem temperatura especificada) na panturrilha, tornozelo e sola do pé dos participantes.	Foi demonstrado que a aplicação de gelo por 30 minutos na sola do pé e panturrilha resultou em alterações significativas nas variáveis de força vertical, que retornaram aos seus valores pré-aplicação 30 minutos após a remoção do bloco de gelo. A aplicação de gelo no tornozelo apenas reduzia o impulso de propulsão.
Macedo CSG. <i>et al.</i> (2014) ²²	Quantificar a resposta eletromiográfica do gastrocnêmio lateral, tibial anterior, fibular longo, reto femoral e glúteo médio à inversão do tornozelo após imersão em água fria.	35 sujeitos saudáveis e ativos foram avaliados numa plataforma de inclinação para forçar o tornozelo a 30° de inversão antes, imediatamente após e 10, 20 e 30 minutos após imersão em água a 4 ± 2 °C, por 20 minutos.	O pico de atividade eletromiográfica foi significativamente menor em todos os momentos após a imersão em água fria, com efeito residual de até 30 minutos, quando comparado à pré-imersão em todos os músculos. Após a imersão em água fria do tornozelo, cuidados especiais devem ser tomados em atividades que exijam maior controle neuromuscular.
Roberts LA. <i>et al.</i> (2014) ²³	Investigamos o efeito da imersão em água fria na recuperação da função muscular e nas respostas fisiológicas após o exercício resistido de alta intensidade.	10 homens fisicamente ativos realizaram exercícios resistidos de alta intensidade, seguidos por uma das duas intervenções de recuperação: 1) 10 minutos de imersão em água fria a 10 ° C ou 2) 10 minutos de recuperação ativa (ciclismo de baixa intensidade).	A concentração sérica de endotelina-1 não mudou após a imersão em água fria, enquanto diminuiu após a recuperação ativa. A concentração plasmática de mioglobina foi menor, enquanto a concentração plasmática de IL-6 foi maior após a crioterapia em comparação com a recuperação ativa. Esses resultados sugerem que a imersão em água fria após o exercício resistido permite que os atletas concluam mais trabalhos durante as sessões de treinamento

			subsequentes.
Ribeiro F. <i>et al.</i> (2013) ²⁴	Examinar os efeitos agudos da crioterapia no sentido da posição do joelho e determinar o período de tempo necessário para normalizar o sentido da posição articular durante o exercício após a crioterapia.	12 indivíduos visitaram o laboratório duas vezes para sessão de crioterapia seguida de 30 minutos de exercício e uma vez para crioterapia seguida de 30 minutos de descanso. A crioterapia foi aplicada na forma de bolsa de gelo (1 kg) por 20 min.	Existe um efeito deletério da crioterapia na propriocepção com aumento dos erros absolutos do senso de posição articular porém, esse efeito é mitigado pelo exercício de baixa intensidade, sendo o tempo necessário para normalizar o sentido da posição do joelho reduzido de 15 para 10 minutos comparando o mesmo indivíduo submetido à crioterapia e repouso e crioterapia e exercício de baixa intensidade, respectivamente.
Tseng CY. <i>et al.</i> (2013) ²⁵	Examinou a influência do resfriamento tópico nos marcadores de dano muscular e alterações hemodinâmicas durante a recuperação do exercício excêntrico.	11 indivíduos do sexo masculino realizaram 6 séries de extensão do cotovelo com carga voluntária máxima de 85% e foram aleatoriamente designados para grupos de resfriamento tópico ou simulação durante a recuperação. Compressas frias foram aplicadas no músculo exercitado por 15 minutos às 0, 3, 24, 48 e 72 horas após o exercício.	A sensação de fadiga subjetiva foi maior em 72 horas após o resfriamento tópico em comparação com os controles. A remoção da bolsa de gelo também levou a um rebote prolongado na concentração de hemoglobina muscular em comparação com os controles. O resfriamento não alterou as concentrações de interleucinas. Esses dados sugerem que o resfriamento tópico, uma intervenção clínica comumente usada, parece não melhorar, mas atrasar a recuperação do dano muscular induzido por exercício excêntrico.

Tabela 2. Estudos de revisão sistemática de literatura incluídos nesta revisão organizados por: autores, ano de publicação, objetivo e resultados.

AUTOR E ANO DE PUBLICAÇÃO	OBJETIVOS	RESULTADOS
Freire B. <i>et al.</i> (2016) ²⁶	Analisar os efeitos da aplicação de terapia sobre parâmetros circulatórios, metabólicos, inflamatórios e neurais.	A crioterapia reduz fluxo sanguíneo, pressão venosa, saturação de oxigênio e da hemoglobina e velocidade de condução neural. O efeito sob a concentração de substâncias inflamatórias permanece incerto. As evidências são favoráveis ao uso da crioterapia no tratamento de processos inflamatórios e minimização de quadros álgicos.
Bleakley C. <i>et al.</i> (2012) ²⁷	Determinar os efeitos da imersão em água fria no tratamento da dor muscular após o exercício.	Houve alguma evidência de que a imersão em água fria reduz a dor muscular tardia após o exercício, em comparação com intervenções passivas envolvendo repouso ou nenhuma intervenção. Não houveram evidências suficientes para concluir sobre outros resultados.
Machado AF. <i>et</i>	Determinar a eficácia da	As evidências disponíveis sugerem que o crioimersão

<i>al. (2016)</i> ²⁸	imersão em água fria no controle da dor muscular em comparação com a recuperação passiva e identificar qual temperatura da água e tempo de imersão oferecem os melhores resultados.	pode ser um pouco melhor que a recuperação passiva no tratamento da dor muscular. Os resultados também demonstraram a presença de uma relação dose-resposta, indicando que a imersão com temperatura da água entre 11 e 15 ° C e tempo de imersão de 11 a 15 minutos pode fornecer os melhores resultados.
Hohenauer E. <i>et al. (2015)</i> ²⁹	Determinar criticamente os possíveis efeitos de diferentes aplicações de resfriamento, comparadas às estratégias passivas pós-exercício sem resfriamento, sobre as características de recuperação após vários protocolos de exercícios exaustivos até 96 horas.	O resfriamento e principalmente as imersões em água fria afetaram significativamente os sintomas de dor muscular de início tardio, em comparação com o controle após 24 horas de recuperação. Este efeito permaneceu significativo após 48 horas.
Torres R. <i>et al. (2012)</i> ³⁰	Avaliar se algumas modalidades atualmente usadas em fisioterapia, como massagem, crioterapia, alongamento e exercícios de baixa intensidade, são eficazes no tratamento dos sinais e sintomas de danos musculares induzidos pelo exercício.	A massagem mostrou-se um pouco eficaz no alívio dos sintomas e sinais de dano muscular induzido pelo exercício. Portanto, seu efeito médio foi pequeno demais para ser de relevância clínica. Faltam evidências para apoiar o uso de crioterapia, alongamento e exercícios de baixa intensidade.
Riera R. <i>et al. (2013)</i> ³¹	Determinar os efeitos da imersão em água fria no manejo da dor muscular após o exercício.	Há alguma evidência de que a imersão em água fria reduz a dor muscular de início tardio após o exercício em comparação com intervenções passivas envolvendo repouso ou nenhuma intervenção. Não há evidências suficientes para conclusões sobre outros desfechos ou sobre outras comparações. A maioria dos estudos não realizou vigilância ativa pré-definida de eventos adversos.
Costello JT. <i>et al. (2010)</i> ³²	Pesquisar na literatura em inglês por pesquisas originais sobre o efeito da crioterapia no senso de posição articular e fazer recomendações sobre quanto tempo os atletas saudáveis podem retornar com segurança à participação após a crioterapia.	Evidências limitadas e ambíguas estão disponíveis para abordar o efeito da crioterapia na propriocepção na forma de senso de posição articular. Até que mais evidências sejam fornecidas, os profissionais devem ser cautelosos ao retornar indivíduos para tarefas que exigem componentes de entrada proprioceptiva imediatamente após um tratamento de crioterapia.

4. DISCUSSÃO

Observou-se uma dificuldade no levantamento de dados pela escassez de estudos atuais que utilizem a crioterapia frente às lesões musculoesqueléticas. Há um grande

volume de estudos recentes com o uso da crioterapia em indivíduos saudáveis, visando o esclarecimento da técnica e seus efeitos sem o viés da lesão. Dessa forma, optou-se por incluir tais estudos. Notou-se ainda a baixa qualidade metodológica dos ensaios clínicos randomizados gerando um alto risco de viés dos mesmos.

A atual base de evidências demonstra que, mesmo em indivíduos saudáveis, o resfriamento tecidual pode gerar comprometimento da força muscular,¹⁵ da resposta neuromuscular,²² do equilíbrio,^{12,19} da marcha,²¹ do senso de posicionamento articular^{13,24} e do desempenho funcional¹⁸ como um todo. Observou-se ainda que o uso de protocolos de crioterapia no pós exercício auxiliavam na recuperação da força muscular no pós exercício,¹⁷ melhorando a performance durante os treinamentos posteriormente.²³

No que diz respeito à técnica de aplicação da crioterapia, atualmente têm crescido o uso da imersão em água fria ou crioimersão em detrimento ao uso de pacotes com gelo. Santos *et al.*²⁰ em seu estudo demonstrou que não houveram diferenças nas temperaturas alvo dos tecidos para tratamento no uso comparativo de crioimersão e pacotes de gelo. A única diferença apontada foi que a técnica de imersão em água fria possui um retorno à temperatura basal do tecido mais lento quando comparada ao uso de pacotes com gelo. Notou-se que a técnica de imersão em água fria foi a mais adotada quando a intenção é a prevenção de dor muscular e demais possíveis efeitos deletérios associados a exercícios resistidos ou de ativação muscular intensa (como alguns esportes). A preferência por essa abordagem provavelmente se deu pois a crioimersão permite o resfriamento de grandes grupos musculares homogeneamente.

Vale ressaltar que tem-se poucas evidências sobre o efeito da gordura subcutânea e poucas recomendações levam isso em consideração na aplicação da crioterapia. Apesar de negligenciado, é razoável que esse fator seja levado em consideração no momento da aplicação do resfriamento da pele visando efeitos em tecidos mais profundos.¹⁰

As evidências ainda apontam que a crioterapia possui efeitos importantes, especialmente sobre a dor muscular.⁵ A dor muscular no pós-exercício é fator de incômodo e pode provocar limitação funcional para realização de atividades subsequentemente. Bleakley *et al.*²⁷, Hohenauer *et al.*²⁹ e Machado *et al.*²⁸ em estudos de revisão sistemática sobre a influência da crioterapia na mialgia pós-exercício demonstraram que há evidência na diminuição da dor muscular tardia com o resfriamento dos tecidos no pós-exercício. Machado *et al.*²⁸ indicou ainda a presença de uma relação dose-resposta, cujos melhores resultados se deram na imersão com temperatura da água entre 11 e 15 °C e tempo de imersão de 11 a 15 minutos.

Ainda há controvérsia se os efeitos antiinflamatórios do resfriamento tecidual são significativos. Peake *et al.*¹⁶ após realização de biópsias musculares em indivíduos submetidos à exercícios resistidos e ao tratamento com crioterapia (10 minutos a 10 °C) notou que não houveram diferenças significativas na redução da inflamação e estresse celular quando comparados ao grupo que realizou recuperação ativa. A amostra utilizada por esse estudo foi pequena, podendo haver grande viés de informação. Tseng *et al.*²⁵ por sua vez, notou em seu estudo que o resfriamento com compressas frias não alterou a concentração de interleucinas além de atrasarem a recuperação muscular, com maior relato de fadiga e maior concentração de hemoglobina muscular em relação ao grupo controle. Não foram encontrados outros estudos em humanos que demonstrem certamente se há alterações específicas anti-inflamatórias pós crioterapia. Freire *et al.*²⁶ em uma revisão sistemática também demonstrou que as evidências da crioterapia sob a concentração de substâncias inflamatórias permanecia incerta, corroborando com os achados deste estudo. Entretanto, por já serem evidentes os benefícios sobre a mialgia, a abordagem com a crioterapia segue sendo indicada.²⁶

As evidências atuais que alertam sobre os possíveis efeitos deletérios da crioterapia sobre a força muscular, estabilidade, desempenho e propriocepção imediatamente após sua aplicação demonstram que o manejo de lesões musculoesqueléticas no meio esportivo deve ser realizada com cautela. A diminuição do limiar de sensibilidade, a alteração da percepção de posição articular somadas à redução de força muscular podem colocar o indivíduo em desvantagem no desempenho e contribuir para lesões adicionais,²⁷ especialmente em esportes com grande impacto sobre o sistema osteomioarticular.

Dessa forma, a preocupação com protocolos para a aplicação da técnica se mostra tão importante quanto a preocupação com o retorno imediato para atividades em pacientes tratados com crioterapia. Estudos demonstraram que a diminuição do desempenho persiste por até 20 minutos pós resfriamento, a redução da força muscular, controle neuromuscular e desempenho em atividades permanece até 30 minutos pós cessação da aplicação do frio.^{15,21,22} Ressalta-se, dessa forma, a importância do aquecimento progressivo antes do retorno à atividade nesses casos^{24,32}. Um único estudo afirmou que seria seguro a realização de exercícios pós crioterapia por não terem observado grandes alterações de estabilidade após resfriamento tecidual durante 15 minutos.¹⁹

Observou-se grandes controvérsias entre os estudos sobre o tempo de aplicação da crioterapia. Alguns estudos apontaram que a partir de 10 minutos de resfriamento, foi

possível notar uma piora do desempenho mas sem alteração de equilíbrio estático de olhos abertos.¹⁸ Outros estudos demonstraram que com 15 minutos de crioterapia, observa-se redução da força,^{15,13} da propriocepção¹³ e do equilíbrio dinâmico.¹² Por fim, outras pesquisas apresentaram o comprometimento da propriocepção²⁴ e da atividade neuromuscular²² com 20 minutos de crioterapia. Frente aos controversos resultados, a faixa terapêutica que parece ser mais segura e eficiente dessa terapia está entre 10 e 15 minutos, corroborando com os achados apresentados na revisão de Machado *et al.*²⁸

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das limitações referentes à baixa qualidade metodológica de muitos estudos randomizados incluídos nesta revisão sistemática, observou-se que é razoável indicar a crioterapia tanto para o tratamento de lesões musculoesqueléticas quanto para prevenção de efeitos indesejados do exercício resistido. Observou-se ainda uma baixa quantidade de estudos recentes que utilizem da crioterapia convencional nas lesões musculoesqueléticas, podendo isto contribuir como viés metodológico. Apesar das limitações elencadas, a maioria das evidências apontam para um tempo de tratamento entre 10 a 15 minutos, não apresentando diferença no tipo de técnica de crioterapia escolhida: imersão em água fria ou pacotes de gelo sobre o local desejado. Notou-se ainda que a maioria dos estudos indica um retorno gradual à atividade executada no pós imediato da crioterapia, sendo sugerido a realização de aquecimento antes do retorno completo. As evidências sobre os efeitos anti-inflamatórios da crioterapia foram inconclusivas, sendo necessários mais estudos para esclarecimento dessa questão.

REFERÊNCIAS

- 1 Tomchuk D, Rubley M, Holcomb W, Guadagnoli M, Tarno JM. The Magnitude of tissue cooling during cryotherapy with varied types of compression. *J Athl Train.* 2010; 45(3): 230-7.
- 2 Costello J, McInerney C, Bleakley C, Selfe J, Donnelly A. The use of thermal imaging in assessing skin temperature following cryotherapy: a review. *J Therm Biol.* 2012; 37(2): 103-10.
- 3 Astur DC, Novaretti JV, Uehbe RK, Arliani GG, Moraes ER, Pochini AC, Ejnisman B, Cohen M. Lesão muscular: perspectivas e tendências atuais no Brasil. *Rev. bras. ortop.* 2014; 49(6): 573-580.
- 4 Furtado AV, Hartmann DD, Martins RP, Rosa PC, da Silva IK, Duarte BSL, Signori LU, Soares FAA, & Puntel GO. Cryotherapy: biochemical alterations involved in

reduction of damage induced by exhaustive exercise. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2018; 51(11).

5 Missau ET, Teixeira AO, Franco, OS, Martins CN, Paulitsch FS, Peres W, Silva AMV, Signori LU. Cold Water Immersion and Inflammatory Response After Resistance Exercises. *Rev Bras Med Esporte*. 2018; 24(5): 372-376.

6 Saini D. Cryotherapy – na Inevitable part of sports medicine and its benefits for sports injury. *Int J Adv Res*. 2015; 1(4): 324-327.

7 Hawkins JR, Reeder M, Heumann KJ. Cryotherapy – A call for further research. *Medical Research Archives*. 2017; 5(7).

8 Rivenburgh DW. Physical modalities in the treatment of tendon injuries. *Clin Sports Med* 1992; 11: 645-659.

9 Merrick MA, Jutte LS, Smith ME. Cold modalities with different thermodynamic properties produced different surface and intramuscular temperatures. *J Athl Train*. 2003; 38(1): 28-33.

10 Domhnall CMA. Ice Therapy: How Good is the Evidence?. *Int J Sports Med*. 2001; 22 (5): 379-384.

11 Collins NC. Is ice right? Does cryotherapy improve outcome for acute soft tissue injury? *Emergency Medicine Journal*. 2008; 25(2): 65–68.

12 Douglas M, Bivens S, Pesterfield J, et al. Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. *Int J Sports Phys Ther*. 2013; 8(1): 9–14.

13 Torres R, Silva F, Pedrosa V, Ferreira J, Lopes A. The Acute Effect of Cryotherapy on Muscle Strength and Shoulder Proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2017; (26) 6: 497-506.

14 Tassignon B, Serrien B, De Pauw K, Baeyens JP, Meeusen R. Continuous Knee Cooling Affects Functional Hop Performance - A Randomized Controlled Trial. *J Sports Sci Med*. 2018; 17(2): 322-329.

15 Rabelo PHR, Botelho KKP, Oliveira FB. Força de preensão após o resfriamento do antebraço em indivíduos saudáveis. *Fisioter. Mov*. 2016; 29 (4): 685-692.

16 Peake, JM, Roberts, LA, Figueiredo, VC, Egner, I., Krog, S., Aas, SN, Suzuki K, Markworth JF, Coombes JS, Cameron-Smith D, Raastad, T. The effects of cold water immersion and active recovery on inflammation and cell stress responses in human skeletal muscle after resistance exercise. *The Journal of physiology* 2017; 595(3): 695-711.

17 Fonseca LB, Brito CJ, Silva RJS, Silva-Grigoletto ME, Silva Júnior WM, Franchini E. Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. *J Athl Train*. 2016; 51(7): 540–549.

- 18 Freire TR, Santana MMS, Farias Neto, JP, Grigoletto ME, Silva Júnior WM Análise do Desempenho Físico e do Equilíbrio Sob Influência da Crioterapia em Atletas de Futsal. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2015; 21(6): 480-484.
- 19 Tano SS, Fernandes KBP, Moser ADL, Pires-Oliveira DAA, Gil AWO, Oliveira RF. Efeitos da imersão em água fria sobre variáveis de equilíbrio em indivíduos saudáveis com olhos abertos e fechados. *Fisioter. mov.* 2015; 28(3).
- 20 Santos VBC, Cardoso CS, Figueiredo CP, Macedo CSG. Efeito da crioterapia na temperatura do tornozelo em atletas: bolsa de gelo e imersão em água fria. *Fisioter. mov.* 2015; 28(1).
- 21 Muniz TB, Moraes R, Guirro RRJ. A aplicação de gelo nos membros inferiores altera a força de reação do solo durante o início da marcha. *Braz. J. Phys. Ther.* 2015; 19(2).
- 22 Macedo CSG, Alonso CS, Liporaci RF, Vieira F, Guirro RRJ. A imersão em água fria do tornozelo diminui a resposta neuromuscular do membro inferior após o movimento de inversão. *Braz. J. Phys. Ther.* 2014; 18(1).
- 23 Roberts LA, Nosaka K, Coombes JS, Peake JM. Coldwaterimmersionenhancesrecoveryofsubmaximalmusclefunctionafterresistanceexercis e. *Am J PhysiolRegulIntegrCompPhysiol.* 2014; 307(8): R998-R1008.
- 24 Ribeiro F, Moreira S, Neto J, Oliveira J. Isthe deleterious effect of cryotherapy on proprioception mitigated by exercise?. *Int J Sports Med.* 2013; 34(5): 444-8.
- 25 Tseng CY, Lee JP, Tsai YS, Lee SD, Kao CL, Liu TC, Lai C, Harris MB, Kuo CH. Topical cooling (icing) delays recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(5): 1354-61.
- 26 Freire B, Geremia J, Baroni BM, Vaz Ma. Effectsof cryotherapy methods on circulatory, metabolic, inflammatory and neural properties: a systematic review. *Fisioter. mov.* 2016; 29(2).
- 27 Bleakley C, McDonough S, Gardner E, et al. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Sao Paulo Med. J.* 2012; 130(5).
- 28 Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, de Almeida AC, Lemes ÍR, Vanderlei FM, Netto Junior J, Pastre CM. Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016; 46 (4): 503-14.
- 29 Hohenauer E, Taeymans J, Baeyens JP, Clarys P, Clijisen R. The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One.* 2015; 10(9): e0139028.
- 30 Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabri JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2012; 13(2): 101-14.

- 31 Riera R, Costa MT. Coldwaterimmersion (cryotherapy) for preventingandtreatingsmusclesorenessafterexercise. Diagn. Tratamento. 2013; 18(1).
- 32 Costello JT, Donnelly AE. Crioterapia e senso de posição articular em participantes saudáveis: uma revisão sistemática. Journal of Athletic Training. 2010; 45(3): 306-316.