

DOSIMETRIA USADA NA CRIOTERAPIA PARA RECUPERAÇÃO MUSCULAR EM ATLETAS DE ENDURANCE: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Wendreson Barbosa Moraes¹, Adriano Carvalho de Oliveira², Johrdy Amilton da Costa Braga³
Hércules Lázaro Morais Campos⁴, Thiago Santos da Silva⁵, Thiago dos Santos Maciel⁶

RESUMO

Introdução: Os atletas de endurance são expostos a uma rotina dura de treinamento e competições que resultam na maioria das vezes em danos musculares que podem prejudicar o desempenho e expor o atleta a lesões musculoesqueléticas. A crioterapia é uma alternativa para recuperação desses atletas. **Objetivos:** Identificar quais modalidades de crioterapia e a dosimetria que são utilizadas para a recuperação muscular após exercício em praticantes de esportes de endurance. **Materiais e Métodos:** As buscas foram realizadas nas bases de dados: PubMed, BVS, SciELO e PEDro que foram publicados entre 2010 a maio de 2020. As análises dos artigos foram realizadas por dois autores de forma independente por meio dos critérios de elegibilidade e Escala PEDro. **Resultados:** Os estudos incluídos apontam que os recursos crioterapêuticos podem ser empregados na recuperação muscular pós exercício em atletas de endurance, pois promovem melhora nos níveis dos marcadores biológicos, no recrutamento muscular durante a contração voluntária máxima, percepção de esforço, dor e fadiga. **Conclusão:** Dentre os recursos crioterapêuticos, os mais eficazes descritos na literatura foram a criomersão (aplicação de 5 à 18 minutos e temperatura de 5±1 à 12 °C), cabine criogênica (aplicação de 3 minutos e temperatura de -160°C) e câmara criostática (aplicação de 3 minutos e temperatura de -110°C).

Palavras-chave: Atleta. Crioterapia. Treinamento de endurance. Recuperação muscular.

1 - Bacharel em Fisioterapia pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, Coari-AM, Brasil.

2 - Docente substituto do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, Coari-AM, Brasil; Graduado em Fisioterapia, Especialização em andamento em Fisioterapia Desportiva e Ortopédica.

ABSTRACT

Dosimetry used in cryotherapy for muscle recovery in endurance athletes: a scope review

Introduction: Endurance athletes are exposed to a harsh routine of training and competitions that most often result in muscle damage that can impair performance and expose the athlete to musculoskeletal injuries. Cryotherapy is an alternative for the recovery of these athletes. **Objectives:** To identify which types of cryotherapy and dosimetry are used for muscle recovery after exercise in endurance sports practitioners. **Methods:** The searches were carried out in the databases: PubMed, BVS, SciELO and PEDro, which were published between 2010 and May 2020. The analyzes of the articles were carried out by two authors independently using the eligibility criteria and PEDro Scale. **Results:** The included studies indicate that cryotherapy resources can be used in post-muscle recovery in endurance athletes, as they promote improvement in the levels of biological markers, not muscle recruitment during maximum voluntary contraction, perception of effort, pain and fatigue. **Conclusion:** Among the cryotherapeutic resources, the most used were cryomersion (application of 5 to 18 minutes and temperature from 5 ± 1 to 12 ° C), cryogenic cabin (application of 3 minutes and temperature of -160 ° C) and cryochamber (application 3 minutes and a temperature of -110 ° C).

Key words: Athlete. Cryotherapy. Endurance training. Muscle recovery.

3 - Bacharel em Fisioterapia pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, Coari-AM, Brasil; Especialização em andamento em Fisioterapia Neurofuncional.

4 - Docente da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, Coari-AM, Brasil; Graduado em Fisioterapia, Especialista em Fisioterapia Geriátrica, Mestre em Fisioterapia e Doutorando em Saúde Coletiva.

INTRODUÇÃO

A palavra endurance define o tempo e limite no qual uma pessoa é capaz de sustentar um determinado nível de desempenho (Perroni, Moura, Panza, 2018), sendo assim, os atletas de endurance são atleta de alto rendimento, resistência e preparo para o exercício físico de alta intensidade (Roschel, Tricoli e Ugrinowitsch, 2011; Perroni, Moura, Panza, 2018).

Os estressores do exercício resultam em danos musculares, que são fenômenos comuns quando o corpo é exposto a eles. Esses danos podem ser breves, transitórios, ou durar longos períodos, o que pode prejudicar o desempenho do atleta além de deixá-lo vulnerável à lesões musculoesqueléticas (Baroni e colaboradores, 2010; Stearns e colaboradores, 2018).

Várias estratégias terapêuticas são utilizadas na recuperação muscular pós-exercício (Baroni e colaboradores, 2010), sendo a crioterapia a alternativa mais difundida para maximizar esses efeitos (Baroni e colaboradores, 2010; Cassolato e colaboradores, 2012; Lima, Duarte e Borges, 2015; Krüger e colaboradores, 2015; Sefiddashti e colaboradores, 2017; Stearns e colaboradores, 2018; Piras e colaboradores, 2019).

A crioterapia, ou terapia por frio, é aquela que utiliza o frio para tratamento terapêutico (Lima, Duarte e Borges, 2015).

Comumente presente em eventos esportivos relacionados à resistência, com o objetivo de melhorar variáveis relacionadas à recuperação de danos musculares induzidos pelo exercício extenuante e evitar ou adiar a hipertermia induzida pelo exercício.

Diferentes métodos como roupas de resfriamento, massagens com gelo, bebidas frias ou água fria, unidades com temperatura controlada e gás nitrogênio são usadas como forma de aplicar essa terapia (Krüger e colaboradores, 2015; Piras e colaboradores, 2019).

Estudos experimentais indicam que a crioterapia gera uma série de efeitos fisiológicos; diminui a velocidade de condução nervosa; influência nas temperaturas da pele e do corpo; interfere, no fluxo sanguíneo; tem efeitos positivos sobre a inflamação aguda, na excitabilidade dos mecanorreceptores musculares, no edema localizado sobre aspectos funcionais relacionados à dor muscular tardia, na percepção de fadiga e nos

níveis de creatina fosfoquinase (CPK) (Cassolato e colaboradores, 2012; Sefiddashti e colaboradores, 2017).

Sabe-se que o efeito vaso constritivo durante a recuperação pós exercício reduz as respostas inflamatórias através de uma diminuição do metabolismo celular, levando a uma menor mobilização de leucócitos para os tecidos danificados, resultando em diminuição da resposta pró-inflamatória e aumento da resposta anti-inflamatória (Krüger e colaboradores, 2015).

Além disso, estimula a atividade parassimpática do sistema nervoso autônomo que favorece a recuperação aguda (Piras e colaboradores, 2019).

Os efeitos inibitórios do frio sobre despolarização do fuso muscular resulta em redução do espasmo muscular e sensações de dor, levando assim a uma melhora no relaxamento muscular (Sefiddashti e colaboradores, 2017).

Apesar da extensa disseminação e uso dessa técnica de recuperação, existem estudos que relatam a falta de efeito ou mesmo efeitos prejudiciais na recuperação de atletas (Sánchez-Ureña e colaboradores, 2017).

Esses resultados contraditórios são provavelmente devido a diferentes parâmetros adotados entre os diversos estudos que abordam essa temática, como por exemplo, diferentes tempos de imersão, temperatura e protocolos de exercícios, assim como também a atividade praticada pelos atletas (basquete, futebol, atletas poliesportivos, jogadores de rugby, esporte de resistência, entre outros) (Boujezza e colaboradores, 2018).

Sendo assim, o tipo, a intensidade e a duração do exercício são fatores que determinam o tempo de recuperação (Stearns e colaboradores, 2018).

Pretende-se sintetizar evidências a respeito das melhores dosimetrias/parâmetros de crioterapia utilizados na recuperação muscular em atletas de endurance e demonstrar os métodos aplicados através de uma análise de qualidade metodológica das publicações incluídas nessa revisão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo é uma revisão de escopo da literatura elaborada conforme a metodologia do Joanna Briggs Institute (JBI) para revisões de escopo (Peters, Godfrey, Mcinerney, 2020).

Perguntas de revisão

Quais as modalidades de crioterapia são utilizadas para a recuperação muscular pós exercício em praticantes de esportes de endurance? Quais os parâmetros utilizados para as modalidades da questão primária?

Critérios de elegibilidade**Participantes**

A revisão considerou estudos realizados em atletas de esportes de endurance, sem restrição de gênero, idade e etnia.

Conceito

Considerou-se ensaios clínicos relacionados à aplicação de crioterapia na recuperação muscular pós exercício oriundas de esportes de endurance como por exemplo: crioimersão (Stearns e colaboradores, 2018), cabine criogênica (Piras e colaboradores, 2019) e câmara criostática (Krüger e colaboradores, 2015).

Contexto

Foram considerados estudos conduzidos nos contextos esportes de endurance (ou de resistência, ou aeróbicos) como esportes de corrida, ciclismo, natação,

futebol, triatlo, entre outros, realizados através de prática esportiva profissional, em qualquer localização geográfica.

Tipos de fontes

Considerou-se estudos experimentais como ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos controlados, ensaios clínicos pragmáticos e estudos quase-experimentais ou o tipo antes e depois, que foram publicados nos idiomas inglês, português e espanhol (devido ao fato de serem idiomas compreendidos pelos revisores), com data de publicação de maio de 2020 à 10 (dez) anos atrás (visando apenas buscar evidências atuais).

Não foram considerados estudos: observacionais; qualitativos; de texto opinião; de revisão; resumos de conferências; ou quaisquer outros que não fossem pesquisas primárias e/ou originais.

Estratégia de busca

Estratégias de busca foram desenvolvidas e adaptadas para cada base de dados inseridas nesta revisão (Quadro 1), por meio de descritores controlados conforme os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e não controlados.

Buscas realizadas nas bases de dados, na segunda quinzena do mês de maio de 2020.

Quadro 1 - Estratégia de Pesquisa nas Bases de Dados.

Base de dados	Itens encontrados	Busca (Consulta)
PubMed	387	(((((Athletes) OR (Sportsman)) OR (Endurance Sports)) OR (Endurance Training)) AND ((Cryotherapy) OR (Cold Therapy))) AND (((Muscle Recovery) OR (Muscle injury)) OR (Athletic Injuries))
Biblioteca Virtual de Saúde (BVS)	71	(tw:(Athletes)) OR (tw:(Sportsman)) OR (tw:(Endurance Sports)) OR (tw:(Endurance Training)) AND (tw:(Cryotherapy)) OR (tw:(Cold Therapy)) AND (tw:(Muscle Recovery)) OR (tw:(Muscle injury)) OR (tw:(Athletic Injuries))
SciELO	14	(Atletas) OR (Athletes) AND (Crioterapia) OR (Cryotherapy) AND (Recuperação muscular) OR (Muscle recovery) OR (Recuperación muscular)
PEDro	4	Athletes Cryotherapy Muscle recovery

Fontes de informação

As pesquisas foram realizadas nas bases de dados Pubmed, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), SciELO e PEDro.

As pesquisas foram realizadas por dois pesquisadores independentemente, executadas na segunda quinzena de maio de 2020.

Nos casos em que o texto completo estava indisponível, os autores do estudo foram contatados.

Seleção do estudo

Foram realizadas buscas preliminares nas bases de dados por meio dos descritores e operadores booleanos selecionados, verificando-se no título e resumo estudos potencialmente elegíveis, observando itens como os participantes/problema de estudo, design do estudo, intervenções e desfechos alvos. Quanto a não elucidação de título e resumo, o presente artigo, passou por uma análise na íntegra, para que não ocorresse na revisão sistemática a exclusão de estudos importantes para a mesma.

Após essa etapa, os estudos potenciais foram organizados e importados para o software bibliográfico de gerenciamento de referências Mendeley Desktop (Elsevier, London, United Kingdom) e as duplicações foram removidas.

Em seguida, esses estudos foram analisados rigorosamente quanto à sua elegibilidade, seguindo os critérios de inclusão e exclusão determinados na pesquisa. Os motivos da exclusão dos estudos foram registrados. Um diagrama de fluxo do PRISMA Extension for Scoping Reviews: Checklist and Explanation (PRISMA-ScR) (Tricco e colaboradores, 2020) foi elaborado para demonstrar os passos do processo (Figura 1).

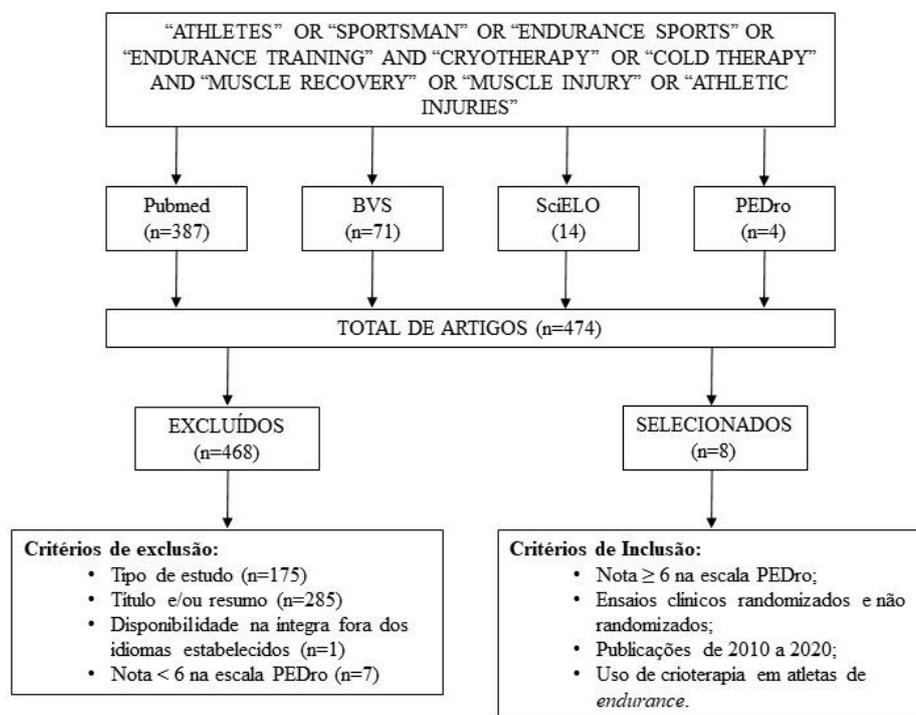


Figura 1 - Fluxograma demonstrando o processo de busca e seleção dos estudos.

Análise da qualidade metodológica

A apreciação da qualidade metodológica foi realizada com a utilização da Escala de PEDro, a qual foi desenvolvida pela Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (Shiwa e colaboradores, 2011).

Ela é constituída por 11 itens, com pontuação de 0 a 10, sendo que quanto mais elevado a pontuação verificada no artigo, maior será a sua qualificação metodológica.

Discordâncias entre os avaliadores foi solucionada diante de discussão e consenso ou através de um terceiro revisor, quando necessário.

Os estudos foram estratificados mediante a Escala PEDro quanto a qualidade metodológica: escores de 0 a 3 considerados baixa qualidade; de 4 a 7, qualidade moderada; e de 8 a 10, boa qualidade.

Se o artigo já estivesse catalogado na PEDro, a nota avaliada era importada. Caso

contrário, a avaliação era realizada pelos próprios revisores. Todos os estudos foram enviados para extração de dados.

Contudo, somente estudos que obtiveram pontuação igual ou superior a 6 (seis) foram considerados para a análise crítica.

Extração de dados

Após a apreciação metodológica, foi realizada a extração dos dados, utilizando o software Microsoft Excel © 2013, com uma ferramenta de extração desenvolvida pelos próprios revisores (tabela 1). Entre as informações extraídas constavam: autores, ano de publicação, objetivo, participantes (número de participantes, sexo e idade), intervenção (características de parametrização como tempo de aplicação, número de sessões

e temperatura), resultados/achados e conclusão.

Apresentação dos achados

A forma de apresentação dos resultados obtidos foi realizada por meio de síntese descritiva e com tabelas, de maneira alinhada às perguntas de revisão e ao objeto da revisão.

RESULTADOS

Foram incluídos 8 estudos para tabulação de dados, após os processos de seleção. Dentre esses, os protocolos terapêuticos utilizados foram os de criomersão, cabine criogênica e câmara criostática. Os principais parâmetros e os mais eficazes, descritos na literatura estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo das evidências da crioterapia na recuperação de atletas.

Autor e ano	Objetivo	Amostra	Metodologia		Resultados	Conclusão	Escore PEDro
			Desenho do estudo	Intervenção			
Baroni e colaboradores (2010)	Analisar o efeito da CI sobre a remoção do LS, um importante parâmetro fisiológico relacionado a fadiga muscular, após exercício de alta intensidade.	N=15 AF, SM, 15-17 anos.	Ensaio clínico controlado.	GI: Imersão por 10 min a 5±1 °C (imersão dos MMII); GC: 10 minutos em repouso; Foram coletadas amostras de sangue para análise da concentração de LS, assim como 3, 15 e 25min após o término do exercício.	O GI apresentou redução da concentração de LS de 13,6% após 15 min e 15,3%, após 25 min, enquanto o GC apresentou 14,6% após 15 min e 28,5% após 25 min.	A CI, nos parâmetros adotados, apresentou-se menos efetiva que repouso para a remoção do LS.	6/10
Junior e colaboradores (2011)	Comparar os efeitos a curto prazo da crioterapia de imersão (CI), terapia por diodos emissores de luz (LED) e placebo em marcadores bioquímicos relacionados à recuperação do músculo esquelético após exercícios.	N=6 AF, SM, 17-25 anos.	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego, cruzado.	GI: Imersão por 5 min a 5±1 °C (imersão dos MMII); LED: 69 LEDs (660/850 nm, 10/30 mW, 30s/ponto, 41,7 J, 10 pontos); GP: LED idêntico, por 5 min; Foram realizadas medições pré-exercício, pós-exercício e pós-tratamento dos níveis de lactato sanguíneo (LS), atividade da creatina quinase (CK) e níveis de proteína C-reativa (PCR).	Apenas o LED diminuiu os níveis de lactato sanguíneo (p = 0,0065) e a atividade da CK (p = 0,0044) significativamente após o tratamento. Não houve diferenças significativas nos valores de PCR após os tratamentos.	Concluímos que o LED tem um potencial melhor que 5 min de CI para melhorar a recuperação pós-exercício de curto prazo.	7/10
Ascensão e colaboradores (2011)	Avaliar os efeitos de uma única sessão CI ou termoneutra na disfunção e dano muscular em jogadores de futebol após uma partida.	N=20 AF, SM.	Estudo prospectivo, controlado, randomizado.	GI: Imersão por 10 min a 10 °C (imersão dos MMII). GC: Imersão dos MMII a 35°C. Foi feita a avaliação de marcadores bioquímicos, neuromusculares e perceptivos de dano muscular, na linha de base, 30 minutos após o final e 24 e 48 h após a partida.	Foram observadas melhoras no GI em relação a CK, mioglobina, PCR, força do quadríceps e panturrilha e adutor com dor muscular de início tardio quando comparado ao GC.	A CI após uma partida de futebol é eficaz na redução de alguns marcadores bioquímicos, funcionais e perceptivos de dano muscular.	6/10

Elias e colaboradores (2012)	Investigar a eficácia de uma única exposição a 14 min de CI e terapia com água de contraste (TAC) na recuperação pós-treinamento no futebol australiano.	N=14 AF, SM, 18-24 anos.	Estudo cruzado contrabalançado.	RP: 14 min de repouso; CI: Imersão por 14 min a 12 °C (imersão até o processo xifoide); TAC: Imersão alternada de 1 min entre água quente (38 °C) e água fria (12 °C) por 7 ciclos (imersão até o processo xifoide); A repetição do <i>sprint</i> , salto, dor percebida e fadiga foram medidas 45 minutos antes e logo após o treino, e 1, 24 e 48 horas depois.	Após 24h, o tempo de repetição do <i>sprint</i> havia deteriorado 4,1% para o RP e 1,0% para o TAC, mas foi totalmente restaurado pelo CI (0,0%). Após as 24 e 48 h, tanto o CI quanto o TAC obtiveram atenuação na dor, fadiga percebida.	Para restaurar o desempenho físico e as medidas psicométricas, a CI foi mais eficaz que o TAC, com a RP sendo a menos eficaz.	6/10
Pointon, Duffield (2012)	Examinar os efeitos da recuperação de CI após protocolo de exercício intermitente de alta intensidade (PEIAI) envolvendo colisões corporais intensas; e segundo, examinar o efeito da carga adicional ao desempenho do exercício para confirmar um efeito da CI.	N=10 AR, SM, 19-23 anos.	Ensaio clínico controlado.	G1: 2 vezes de imersão por 9 min a 9,2±0,2 °C (imersão dos MMII), seguido por 1 min em temperatura ambiente); G2: Combate + RP; G3: PEIAI + RP; A função neuromuscular foi avaliada 2h antes e 24h após o exercício, assim como CK, PCR e aspartato aminotransferase (AST). Também foi realizada a medição do LS, pH e bicarbonato, com amostras obtidas no intervalo, após o exercício e após a recuperação.	A CI melhorou a recuperação aguda da contração voluntária máxima, percepções de dor pós-exercício e respostas potencializadas de e contração muscular. O LS foi significativamente menor após a CI. Não sendo evidenciados diferenças significativas entre qualquer outra condição.	A melhoria induzida pela CI na recuperação da força e ativação voluntária, juntamente com uma percepção aprimorada da dor após exercício, sugere uma implementação eficaz dessa estratégia de recuperação.	6/10
Krüger e colaboradores (2015)	Examinar os efeitos de um protocolo de crioterapia de corpo inteiro (CCI) na recuperação aguda e nas principais variáveis do desempenho de resistência durante exercícios	N=11 Atletas de resistência a, SM, 19-23 anos.	Ensaio clínico controlado.	GI: 1h de RP a 22 °C + CCI (3 min a -110 °C); GP: 1h de RP a 22 °C + 3 simulando CCI; O tempo até a exaustão (TE) foi medido juntamente com as alterações no conteúdo de oxigênio do vasto lateral (OVL), consumo de oxigênio (VO ₂), LS, frequência	O TE foi menor no GI do que no GP. O OVL apresentou maior número de leucócitos, além disso, o VO ₂ , a FC e o CPE foram menores após no GI do que no GP.	A CCI melhora a recuperação aguda durante o exercício intermitente de alta intensidade em condições termoneurais.	6/10
Stearns e colaboradores (2018)	intermitentes de alta intensidade. Determinar a influência da CI imediatamente após um triatlo Ironman nos marcadores de lesão muscular, inflamação e dor muscular.	N=33 triatletas, 11 SF, 22 SM, 28-52 anos.	Estudo de coorte prospectivo.	cardíaca (FC) e classificação do esforço percebido (CEP). GI: Imersão por 10 min a 10 °C (imersão até o esterno); GC: Não receberam resfriamento; Foram avaliados índices de mioglobina, CK, cortisol, PCR, Interleucina 6 (IL-6) e porcentagem de perda de massa corporal (% PMC). Foram feitas medições pré, imediatamente após, 16 horas e 40 horas após.	Não foram identificadas diferenças significativas para as variáveis analisadas.	Uma única intervenção de CI por 10 minutos não forneceu nenhum benefício fisiológico durante a recuperação de um triatlo.	6/10
Piras e colaboradores (2019)	Examinar o efeito da criostimulação parcial do corpo (CPC) no tempo de recuperação entre um treinamento de força e um intervalo de corrida (IC).	N=9 AR, SM, 20-26 anos.	Estudo prospectivo, controlado, randomizado.	GI: 3 min de CPC a -160 °C; GC: RP a 21°C; Foram feitas medições de parâmetros de impedância bioelétrica, temperatura e parâmetros de regulação autonômica cardíaca em três momentos: na linha de base, após o treinamento de força e após 90 minutos de recuperação.	Houve melhora com a CPC na recuperação após uma única sessão de treinamento de força, enquanto durante o intervalo subsequente da corrida houve uma redução nos parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos.	A CPC pode ser usada nos atletas que competem ou treinam mais de uma vez no mesmo dia para melhorar a sua recuperação.	6/10

Legenda: N: Número de participantes; AF: Atleta de futebol; AR: Atleta de Rugby; SM: Sexo masculino; SF: Sexo feminino; RP: Recuperação passiva; GI: Grupo de intervenção; GP: Grupo Placebo; GC: Grupo controle; MMII: Membros inferiores; h: Horas; min: Minutos; s: Segundos; nm: Nanômetros; W/cm²: Watt por centímetro quadrado; J: Joule; m: Metros; C: Graus *celsius*.

DISCUSSÃO

Há uma variedade de protocolos para a aplicação da crioterapia na recuperação muscular de atletas de endurance, sendo a criomersão a mais utilizada (Ascensão e colaboradores, 2011; Baroni e colaboradores, 2010; Elias e colaboradores, 2012; Junior e colaboradores, 2011; Pointon, Duffield, 2012; Stearns e colaboradores, 2018). Com relação aos parâmetros há uma variação na literatura quanto à sua dosimetria.

Os valores máximos e mínimos dos parâmetros na criomersão para recuperação de lesões musculares oriundas de esportes de endurance foram: temperatura de 5±1 à 12 °C,

e tempo de aplicação de 5 à 18 minutos (Ascensão e colaboradores, 2011; Baroni e colaboradores, 2010; Elias e colaboradores, 2012; Junior e colaboradores, 2011; Pointon, Duffield, 2012; Stearns e colaboradores, 2018).

A crioterapia apresenta efeitos positivos na recuperação da força, contração voluntária máxima, percepção de dor e fadiga, esforço percebido, redução dos níveis de LS, CK, mioglobina, PCR, VO₂, na diminuição do tempo de exaustão, FC e no aumento no número de leucócitos (Ascensão e colaboradores, 2011; Baroni e colaboradores, 2010; Elias e colaboradores, 2012; Krüger e

colaboradores, 2015; Piras e colaboradores, 2019; Pointon, Duffield, 2012).

Porém, para obter esses resultados com a utilização da crioterapia é necessário levar em consideração a temperatura e o tempo de exposição do atleta de endurance. Baroni e colaboradores (2010), mostram que a crioterapia realizada durante 10 minutos a $5\pm 1^\circ\text{C}$ auxilia no controle dos níveis de LS.

Ascensão e colaboradores (2011), observaram que 10 minutos de crioterapia a 10°C melhora os níveis de CK, PCR, mioglobina, força e percepção de dor.

Elias e colaboradores (2012), demonstraram que 14 minutos de crioterapia a 12°C , melhora o desempenho físico, atenua a percepção de dor muscular e fadiga.

Pointon e Duffield (2012), mostraram que 18 minutos de crioterapia a $9,2\pm 0,2^\circ\text{C}$, melhorou a recuperação da contração voluntária máxima, percepção de dor e concentrações de LS.

No entanto, Junior e colaboradores (2011) e Stearns e colaboradores (2018), demonstraram em seus estudos que a crioterapia não têm efeitos adicionais sobre a recuperação muscular de atletas de endurance, quando são utilizados protocolos com tempo de aplicação ≤ 10 minutos.

Piras e colaboradores (2019), utilizaram a cabine criogênica com temperatura de -160°C durante 3 minutos, e observaram melhorias nos parâmetros cardiorespiratórios e metabólicos.

Krüger e colaboradores (2015), verificaram a eficácia da câmara criostática com temperatura de -110°C durante 3 minutos, e evidenciaram aumento no número de leucócitos, além de diminuição do VO_2 , FC e percepção de esforço.

Os estudos atestam a eficácia da crioterapia na recuperação muscular pós exercício em atletas de endurance com melhorias significativas nos marcadores biológicos, força, FC, percepção de esforço, dor e fadiga, especialmente quando comparados ao grupo placebo e controle. No entanto, não há um consenso quanto a sua dosimetria.

CONCLUSÃO

A crioterapia pode ser empregada na recuperação muscular pós exercício em atletas de endurance, promovendo melhora nos níveis dos marcadores biológicos, no recrutamento muscular durante a contração

voluntária máxima, percepção de esforço, dor e fadiga principalmente se forem usados a crioterapia, cabine criogênica e câmara criostática.

No que diz respeito aos parâmetros, verificou-se que existe uma grande heterogeneidade na sua dosimetria entre os protocolos analisados, sendo os mais eficazes foram: Crioterapia com tempo de aplicação de 10, 14 ou 18 minutos e temperatura de 4, 9, 10 ou 12°C . A cabine criogênica, com tempo de aplicação de 3 minutos e temperatura de -160°C . E câmara criostática, com tempo de aplicação de 3 minutos e temperatura de -110°C .

Implicações dos resultados para a prática clínica

As evidências encontradas apontam que os melhores resultados se deram em protocolos que abordaram temperaturas inferiores a 12°C e tempo de aplicação superiores a 10 minutos de crioterapia.

Implicações dos resultados da pesquisa

Recomenda-se que em estudos futuros haja uma melhor condução dos métodos de cegamento no que se refere aos avaliadores dos resultados chaves, alocação e homogeneização da amostra, objetivando o desenvolvimento de ensaios clínicos com uma melhor qualidade metodológica.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste estudo agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM) e à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) que através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) proporcionaram o desenvolvimento desta revisão.

FINANCIAMENTO

Financiamento próprio.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflito de interesses nesta revisão.

REFERÊNCIAS

- 1-Ascensão, A.; Leite, A.; Rebelo, A.; Magalhães, S. . Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of sports sciences*. 2011.
- 2-Baroni, B. M.; Junior, E. C. P. L.; Generosi, R. A.; Groselli, G.; Censi, S.; Bertola, F. Efeito da crioterapia de imersão sobre a remoção do lactato sanguíneo após exercício. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. Vol. 12. Núm. 3. p. 179-185. 2010.
- 3-Boujezza, H.; Sghaiger, A.; Rejeb, M. B.; Gargouri, I. Effects of cold water immersion on aerobic capacity and muscle strength of young footballers. *La Tunisie medicale*. Vol. 96. Núm. 2. p.107-112. 2018.
- 4-Cassolato, K. M.; Artifon, E. L.; Bonfim, A. E. O.; Scalco, J. C.; Navarro, G. T.; Carvalho, A. R. Influência da crioterapia no controle postural da postura ereta em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Clin Med*. Vol. 10. Núm. 5. p. 402-406. 2012.
- 5-Elias, G. P.; Varley, M. C.; Wyckelsma, V.L.; Mckenna, M. J.; Minahan, C. L.; Aughey, R. J. Effects of water immersion on posttraining recovery in Australian footballers. *International journal of sports physiology and performance*. Vol. 7. Núm. 4. p. 357-366. 2012.
- 6-Junior, E. C. L.; Godoy, V.; Mancalossi, J. L.; Rossi, R. P. Comparison between cold water immersion therapy (CWIT) and light emitting diode therapy (LEDT) in short-term skeletal muscle recovery after high-intensity exercise in athletes-preliminary results. *Lasers in medical science*. Vol. 26. Núm. 4. p. 493-501. 2011.
- 7-Krüger, M.; Marées, M.; Dittmar, K. H.; Sperlich, B. Whole-body cryotherapy's enhancement of acute recovery of running performance in well-trained athletes. *International journal of sports physiology and performance*. Vol. 10. Núm. 5. p.605-612. 2015.
- 8-Lima, N. A.; Souza Duarte, V.; Borges, G. F. Crioterapia: métodos e aplicações em pesquisas brasileiras uma revisão sistemática. *Saúde e Pesquisa*. Vol. 8. Núm. 2. p. 335-343. 2015.
- 9-Perroni, C. O. A.; Moura, B. M.; Panza, V. S. P. Efeito da dieta cetogênica na capacidade de endurance e na utilização de substratos energéticos no exercício. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 12. Núm. 73. p.574-589. 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6667668>.
- 10-Peters, M. D. J.; Godfrey, C.; Mcinerney, P.; Munn, Z.; Tricco, A. C.; Khalil, H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JB I Manual for Evidence Synthesis*, JBI, 2020. Disponível em: <https://synthesismanual.jbi.global>. Acesso em: 25/05/2020.
- 11-Piras, A.; Campa, F.; Toselli, S.; Rocco, D. M.; Raffi, M. Physiological responses to partial-body cryotherapy performed during a concurrent strength and endurance session. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Vol. 44. Núm. 1. p. 59-65. 2019.
- 12-Pointon, M.; Duffield, R. Cold water immersion recovery after simulated collision sport exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 44. Núm. 2. p. 206-216. 2012.
- 13-Roschel, H.; Tricoli, V.; Ugrinowitsch, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. Vol. 25. p. 53-65. 2011.
- 14-Sánchez-Ureña, B.; Martínez-Guardado, I.; Coco, C. C.; Andrada, R. T. The use of continuous vs. intermittent cold water immersion as a recovery method in basketball players after training: a randomized controlled trial. *The Physician and sportsmedicine*. Vol. 45. Núm. 2. p. 134-139. 2017.
- 15-Sefiddashti, L.; Ghotbi, N.; Salavati, M.; Farhadi, A.; Mazaheri, M. The effects of cryotherapy versus cryostretching on clinical and functional outcomes in athletes with acute hamstring strain. *Journal of bodywork and movement therapies*. Vol. 22. Núm. 3. p. 805-809. 2017.
- 16-Shiwa, S. R.; Costa, L. O. P.; Moser, A. D. L.; Aguiar, I. C.; Oliveira, L. V. F. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioterapia em Movimento*. Vol. 24. Núm. 3. 2011.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

17-Stearns, R. L.; Demartini-Nolan, J. K.; Huggins, R. A.; Maresh, C. M. Influence of cold-water immersion on recovery of elite triathletes following the ironman world championship. *Journal of science and medicine in sport*. Vol. 21. Núm. 8. p. 846-851. 2018.

18-Tricco, A. C.; Lillie, E.; Zarin, W.; O'Brien, K. K.; Colquhoun, H.; Levac, D. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of internal medicine*. Vol. 169. Núm. 7. p. 467-473. 2020.

5 - Docente da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, Coari-AM, Brasil; Graduado em Fisioterapia, Especialista em Imaginologia e Doutorando em Ciências.

6 - Docente da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, Coari-AM, Brasil; Graduado em Fisioterapia, Especialista em Terapia Manual, Mestre e Doutor em Engenharia Biomédica.

E-mail dos autores:

wendreson.3@gmail.com

acofisioufam@gmail.com

johrddybraga@gmail.com

herculeslmc@hotmail.com

thiagofisioufam@gmail.com

thiagomaciel@ufam.edu.br

Autor correspondente:

Wendreson Barbosa Moraes.

wendreson.3@gmail.com

R. Ariomar Lima, 293.

Centro, Coari-AM, Brasil.

CEP: 69460-000.

Recebido para publicação em 05/01/2021

Aceito em 17/03/2021