



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

CARLOS HENRIQUE FERNANDES DE OLIVEIRA
YURI MATIAS ALVES DOS SANTOS

**IMPLICAÇÕES DO USO DA CRIOTERAPIA NO PROCESSO DE GANHO DE
FORÇA E HIPERTROFIA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Brasília - DF

2023

CARLOS HENRIQUE FERNANDES DE OLIVEIRA
YURI MATIAS ALVES DOS SANTOS

**IMPLICAÇÕES DO USO DA CRIOTERAPIA NO PROCESSO DE GANHO DE
FORÇA E HIPERTROFIA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de graduação em Bacharelado em Educação física, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de licenciado em Educação Física.

Brasília, 6 de dezembro de 2023.

Aprovado em: 07/12/2023

Conceito: SS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Adauto João Pulcinelli
(Orientador – FEF/Unb)

Prof. Dr. Américo Pierangeli Costa

RESUMO

Introdução: a aplicação do frio como terapêutica no tratamento de reabilitação e recuperação de lesões e traumas teciduais agudos e crônicos é um método não farmacológico, também conhecido como crioterapia. No contexto do treinamento esportivo, principalmente no exercício resistido, o uso da crioterapia se dá, principalmente na forma de imersão em ambiente aquoso gelado, a fim de tornar o processo de recuperação mais eficiente, melhorar biomarcadores fisiológicos, desempenho esportivo e auxiliar no processo de recuperação

Objetivo: Avaliar a aplicabilidade e eficácia da crioterapia no processo de ganho de força e hipertrofia muscular.

Métodos: o presente estudo trata-se de uma revisão narrativa elaborada de acordo com a estratégia PICOS. Após uma triagem efetuada pelos autores, foi realizada uma leitura integral dos estudos selecionados, a fim de extrair dados pertinentes para obtenção de possíveis resultados da pesquisa.

Resultados: uma pesquisa eletrônica efetuada pelos autores recuperou 39 estudos, dos quais 20 foram excluídos como duplicatas, 8 foram excluídos após leitura de título e resumo, e 2 foram excluídos após leitura de texto completo. Dessa forma, 09 estudos foram incluídos na revisão após a aplicação dos critérios de elegibilidade.

Conclusão: o entendimento majoritário, conforme os estudos analisados, é de que a crioterapia se implementada como estratégia de recuperação atenua a melhoria de biomarcadores de força e processos ligados à hipertrofia pós treinamento resistido.

PALAVRAS-CHAVE: crioterapia, terapia por frio, imersão em água fria, hipertrofia, treinamento resistido, treinamento de força.

ABSTRACT

Introduction: *The application of cold as therapy in the rehabilitation and recovery treatment of acute and chronic tissue injuries and trauma is a non-pharmacological method, also known as cryotherapy. In the context of sports training, especially in resistance exercise, the use of cryotherapy occurs, mainly in the form of immersion in a cold aqueous environment, in order to make the recovery process more efficient, improve physiological biomarkers, sports performance and assist in the recovery process recovery.*

Objective: *Evaluate the applicability and effectiveness of cryotherapy in the process of gaining strength and muscle hypertrophy.*

Methods: *This study is a narrative review prepared in accordance with the PICOS strategy. After screening carried out by the authors, a full reading of the selected studies was carried out in order to extract pertinent data to obtain possible research results.*

Results: *an electronic search carried out by the authors retrieved 39 studies, of which 20 were excluded as duplicates, 8 were excluded after reading the title and abstract, and 2 were excluded after reading the full text. Therefore, 09 studies were included in the review after applying the eligibility criteria.*

Conclusions: *The majority understanding, according to the studies analyzed, is that cryotherapy, if implemented as a recovery strategy, attenuates the improvement of strength biomarkers and processes linked to post-resistance training hypertrophy.*

KEYWORDS: *cryotherapy, cold water immersion, hypertrophy, resistance training, strenght trainiing.*

Lista de figuras

Figura 1 - Fluxograma do processo de busca, triagem e inclusão dos estudos	11
--	----

Lista de Quadros

Quadro 1 - Critérios de Elegibilidade e PICOs	10
Quadro 2 - Resultados.....	12

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.2. Objetivo	7
1.3. Justificativa	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS	9
2.1. Tipo de estudo.....	9
2.2. Critérios de elegibilidade e coleta de dados.....	9
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	16
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

A aplicação do frio como terapia no tratamento de reabilitação e recuperação de lesões e traumas teciduais agudos e crônicos é um método não farmacológico conhecido como crioterapia. É utilizada DE diversas formas, como compressas de gelo, massagem com gelo ou imersão em baixas temperaturas. Pode-se citar diversas utilidades da crioterapia, sendo a mais amplamente utilizada e recomendada por profissionais da área da saúde o protocolo (RICE), sigla que se refere em inglês a *rest, ice, compression and elevated*, em português se referindo a repouso, gelo, compressão e elevação, sendo inicialmente cunhado pelo Dr. Gabe Mirkin em 1978 em seu livro, *Sports Medicine Book* [1,2]. Os benefícios que a crioterapia promove são alvos de discussão na literatura científica, tendo seu estudo e aplicabilidade mais presentes na área clínica devido ao efeito analgésico e à redução do edema e da reação inflamatória nos sintomas e sinais de diversas lesões e doenças [1,3], como por exemplo no tratamento da artrite reumatoide, onde um estudo recente demonstrou que a aplicação de terapêuticas com frio promoveu alívio imediato e significativo das dores em pacientes [4].

Nos tempos atuais, no contexto do treinamento esportivo, o treinamento resistido vem sendo uma modalidade em ênfase na rotina das pessoas e no desenvolvimento de pesquisas nas áreas das ciências da saúde aplicadas ao esporte, principalmente quando se trata de hipertrofia e ganhos de força. O uso da crioterapia se dá, nesse contexto, principalmente na forma de imersão em ambiente aquoso gelado, a fim de tornar o processo de recuperação mais eficiente, melhorar biomarcadores fisiológicos, desempenho esportivo e auxiliar no processo de recuperação direcionado aos resultados pretendidos de acordo com crenças populares [5].

1.2. Objetivo

Avaliar, por meio de uma revisão de literatura, a aplicabilidade e eficácia da crioterapia no processo de ganho de força e hipertrofia muscular.

1.3. Justificativa

Estudos recentes sugerem que as evidências e mecanismos relacionados ainda são complexos, por existirem diversos protocolos de uso, dúvidas sobre sua dose-dependência e justificativas fisiológicas diferentes para achados dispersos na literatura [5,6,7]. Desse modo, os possíveis resultados a respeito da implementação da crioterapia com finalidade de aumento de força e hipertrofia muscular advindos do treinamento resistido precisam ser agregados e discutidos. Num contexto prático, as intervenções no processo de recuperação, para obterem um maior êxito e performance, necessitam ser embasadas por um lastro científico válido e com coerência entre contexto, pretensão e efeito.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Tipo de estudo

Este estudo se caracteriza por uma revisão bibliográfica, elaborada de acordo com a estratégia PICOS: (População, [*Population*, em inglês]), (Intervenção, [*Intervention*, em inglês]), (Comparação [*Comparison*, em inglês]), (Desfecho [*Outcome*, em inglês]), (Tipo de estudo [*Studytype*, em inglês]).

A pesquisa bibliográfica é uma das principais teorias que norteiam o trabalho científico [8]. É desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, com a importante delimitação dos critérios e dos procedimentos metodológicos [9]. Implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório [10]. A principal vantagem reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente [9]. Tem como objetivos, dentre outros, proporcionar um aprendizado sobre uma determinada área do conhecimento, facilitar a identificação e seleção dos métodos e técnicas a serem utilizados pelo pesquisador e oferecer subsídios para a execução de um trabalho científico [8].

2.2. Critérios de elegibilidade e coleta de dados

Os critérios de elegibilidade (inclusão e exclusão dos artigos) são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – critérios de elegibilidade e PICOS.

Critério	Inclusão	Exclusão
População	Não houve restrição	Indivíduos que estejam no processo de recuperação de lesões musculó- esqueléticas.
Intervenção	Emprego de qualquer protocolo de crioterapia	Outras terapêuticas associadas com crioterapia
Comparação	Não houve restrição.	Não se aplica
Desfecho	Investigar qual efeito da crioterapia no processo de hipertrofia e ganho de força.	Estudos que se limitaram a discutir exclusivamente reabilitação e recuperação
Tipos de Estudo	Estudos primários, publicados em periódicos científicos revisados por pares.	Estudos secundários e literatura cinzenta.

Foi realizada a pesquisa eletrônica no dia 06 de junho de 2023 nas seguintes bases de dados:

- *PubMed/MEDLINE* (2005 a 06 de março de 2023; 13 artigos)
- *Web of Science* (2006 a 06 de março de 2023; 16 artigos)
- Periódicos Capes (2006 a 06 de março de 2023; 10 artigos)

Como estratégia de busca, os seguintes indexadores e operadores booleanos foram utilizados: ("*resistance training*" OR "*strength training*" OR "*resistance exercise*") AND ("*cryotherapy*" OR "*cryotherapies*" OR "*cold therapy*" OR "*therapies cold*" OR "*cold-water immersion*" OR "*cold application*") AND ("*hypertrophy*" OR "*anabolism*") NOT ("*rehabilitation*" OR "*injury*").

Os autores realizaram a triagem inicial (leitura de títulos e resumos) dos resultados identificados pela estratégia de busca através da plataforma *Rayyan* [11] com a finalidade de identificar possíveis duplicatas e análise dos dados. Quando necessário, as divergências na seleção dos estudos foram resolvidas através de um consenso entre os autores. Após a triagem inicial foi realizada uma leitura de texto completo dos estudos afim de verificar se eles eram elegíveis de acordo com os critérios previamente estabelecidos. A figura 1 mostra o fluxograma do processo de busca, triagem e inclusão dos artigos.

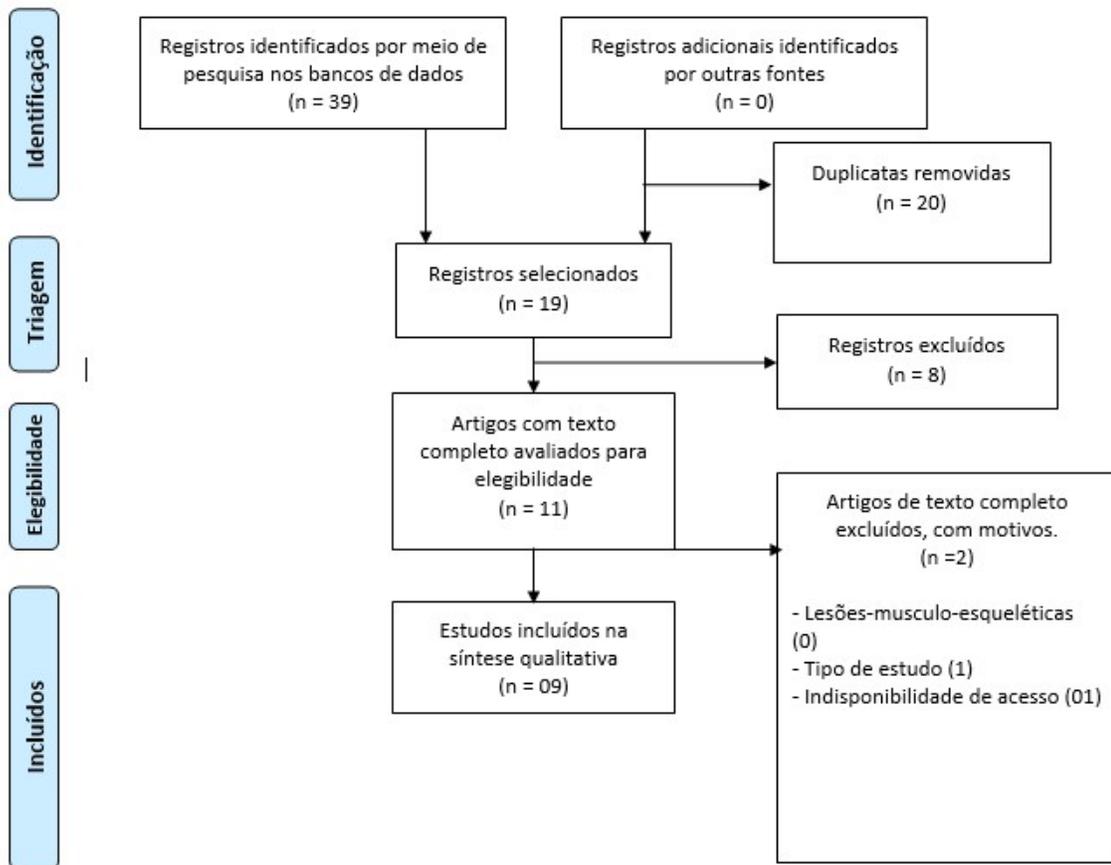


Figura 1 - Fluxograma do processo de busca, triagem e inclusão dos estudos

3. RESULTADOS

A extração dos dados é apresentada no quadro abaixo com os procedimentos de caracterização dos estudos incluídos.

Quadro 2 - Resultados

Autor, ano	Título	Objetivo	Desenho Experimental	Resultados/conclusão
Fyfe et al, 2019	Cold water immersion attenuates anabolic signaling and skeletal muscle fiber hypertrophy, but not strength gain, following whole-body resistance training	Examinar se a aplicação de crioterapia modula as adaptações após 7 semanas de treinamento e os efeitos sobre o anabolismo e respostas moleculares catabólicas;	Banho de imersão em água fria 10°C por 15 minutos, pós treino por 7 semanas, 3x por semana. Grupo controle (rec. ativa) e grupo crioterapia.	Atenuou ganhos hipertróficos devido à redução de biomarcadores relacionados ao anabolismo proteico e aumento de sinalizadores relacionados ao catabolismo, mas não ganhos relacionados a força.
Roberts et al, 2014	Cold water immersion reduces chronic resistance training-induced adaptation	Investigar os efeitos do banho de imersão em água fria regular na força e hipertrofia muscular após treinamento resistido de longo prazo;	Banho de imersão em água fria 10°C por 10 minutos imediatamente após a sessão de treinamento; 2x semana, durante 12 semanas. Grupo controle (rec. ativa) e grupo crioterapia	O grupo controle, que não realizou a terapia, mostrou um desenvolvimento melhor nos parâmetros de adaptação avaliados e, em relação à composição corporal, um maior aumento de massa muscular chegando, em média, a mais que o dobro do que o grupo que fez o banho de imersão. O estudo concluiu que a imersão regular em água fria atenuou os ganhos de força e hipertrofia.
Souza et al, 2018	Divergent effects of cold water immersion versus active recovery on skeletal muscle fiber type and angiogenesis in young men.	Determinar e verificar diferenças no estímulo da angiogênese entre os processos de recuperação ativa e no banho de imersão;	Banho de imersão em água fria a 10°C por 10 minutos imediatamente após a sessão de treinamento; 2x	Aumento dos capilares por fibra, densidade capilar e capilares por perímetro, ou seja, angiogênese no grupo que fez o banho de imersão. No que tange a hipertrofia ainda houve atenuação dos ganhos.

			<p>semana, durante 12 semanas.</p> <p>Grupo controle (rec. ativa) e grupo crioterapia</p>	
Yamane et al, 2015	Does Regular Post-exercise Cold Application Attenuate Trained Muscle Adaptation?	Examinar os efeitos da aplicação regular de frio pós-exercício na hipertrofia muscular, na força muscular máxima e confirmar a adaptação vascular e a resistência muscular local em resposta ao treinamento resistido;	<p>Banho de imersão em água gelada 10° C por 20 minutos pós treino. 3x por semana, durante 6 semanas.</p> <p>Grupo controle (rec. ativa) e grupo crioterapia.</p>	Não houve aumento significativo de força isométrica no grupo experimental; hipertrofia inibida comparado ao grupo não resfriado, porém houve hipertrofia (aumento de circunferência); Aumento do diâmetro da artéria braquial aumentou significativamente no grupo não resfriado;
Jaworska et al, 2020	Short-Term Resistance Training Supported by Whole-Body Cryostimulation Induced a Decrease in Myostatin Concentration and an Increase in Isokinetic Muscle Strength	Determinar se a combinação da frio-estimulação com treinamento resistido aumentaria efetivamente a força muscular e, em caso afirmativo, se essa adaptação seria estar relacionado a mudanças nos níveis circulantes de exercinas (mediadores da adaptação sistêmica a exercício).	<p>Crioterapia de corpo inteiro em câmara criogênica 3x por semana nos dias de descanso do treino; sessões de 3 minutos a -110 °C;</p>	Melhora positiva e provavelmente significativa da força muscular isocinética. Em conjunto, os resultados obtidos apoiam a afirmação de que o treinamento de resistência combinado com a exposição ao frio modificou a força muscular através da modulação da concentração de miostatina e IL-15;
Roberts et al, 2015	Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training.	<p>ESTUDO 1: examinar a influência da imersão regular em água fria nas mudanças na massa e força muscular após 12 semanas de treinamento de força;</p> <p>ESTUDO 2: investigar os efeitos da imersão em água fria nas vias de sinalização de hipertrofia aguda e nas células satélites;</p>	<p>Banho de imersão 5 minutos após o treinamento por 10 minutos a 10°c ;2 dias por semana por 12 semanas (número de sessões de treinamento);</p> <p>ESTUDO 2: Mesmo protocolo do estudo 1.</p>	<p>ESTUDO 1: Atenuação dos ganhos de força e hipertrofia nos grupos da imersão em água; sem aumento significativo de mionúcleos no grupo de imersão em água; Aumento das fibras do tipo 2 e a área transversal total aumentaram significativamente no grupo de recuperação ativa, mas não no de imersão em água fria; número de mionúcleos aumentaram significativamente no grupo recuperação ativa, mas não no grupo crioterapia; ambos os grupos tiveram aumento de força máxima,</p>

				<p>significativamente maiores para o grupo recuperação ativa;</p> <p>ESTUDO 2: Fosforilação de quinases (proteínas) tendeu a ser aumentada mais significativamente no grupo de recuperação ativa; conteúdo total de proteína p70s8k foi significativamente elevado após 48 horas no grupo de recuperação ativa, sendo inalterado no grupo que realizou imersão em água fria; número de células satélites aumentado no grupo de recuperação ativa (maior contagem 48h depois) e em nenhum momento, na crioterapia, teve aumento significativo;</p>
Yamane et al, 2006	Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation	<p>Responder a duas questões:</p> <p>1) como o resfriamento regular pós-exercício afeta o desempenho final e as alterações na capacidade aeróbica?</p> <p>2) como as alterações concomitantes no suprimento sanguíneo são refletidas pelas alterações no diâmetro dos vasos arteriais que irrigam os músculos treinados?</p>	<p>Comparação de diversos protocolos de imersão em água fria, variando de 5° C a 10°C.</p> <p>3 a 4x semana, por 4-6 semanas.</p> <p>Grupo controle (rec. ativa) e grupo crioterapia.</p>	<p>A redução da temperatura muscular pela crioterapia interferiu nos processos regenerativos e, portanto, retardou, em vez de apoiar, o processo regenerativo.</p> <p>No que se refere a questão do diâmetro dos vasos arteriais, os efeitos adaptativos decorrentes do treinamento foram 3x maior no grupo que não foi submetido a crioterapia.</p>
Figueiredo et al, 2016	Impact of resistance exercise on ribosome biogenesis is acutely regulated by post-exercise recovery strategies.	Verificar se o banho de imersão afeta a dinâmica de síntese proteica dos ribossomos nos processos de síntese de rRNA e na sinalização transcricional;	<p>Banho de imersão em água fria a 10° C durante 10 minutos pós treino</p> <p>Houve comparação com recuperação ativa.</p>	A maioria das respostas de síntese e sinalização dos ribossomos foi suprimida no grupo da crioterapia; O grupo que realizou imersão em água fria teve menores ganhos de massa muscular e força.
Peake et al, 2020	The Effects of Cold Water Immersion and Active Recovery on Molecular Factors That Regulate	Comparar como a imersão aguda em água fria e a recuperação ativa influenciam a expressão de fatores de crescimento e proteínas	Banho de imersão em água fria 10° C por 10 minutos	Os achados sugerem que a imersão regular em água fria atenua a hipertrofia muscular, independentemente de alterações nos fatores

	Growth and Remodeling of Skeletal Muscle After Resistance Exercise	presentes no músculo esquelético após exercício resistido.	Sessões de exercícios resistidos unipodais em dias separados, em um dia, realizaram protocolo de crioterapia e no outro recuperação ativa.	que regulam o processo de formação do tecido muscular após o exercício.
--	--	--	--	---

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A estratégia de busca consoante aos critérios de seleção adotados trouxe resultados e fenômenos interessantes. trabalhos que analisaram parâmetros bioquímicos e físicos para buscar justificar as implicações do uso da crioterapia com o treinamento direcionado para força e hipertrofia foram bem unânimes em relação às suas conclusões e desenhos experimentais, mostrando diferentes parâmetros fisiológicos bioquímicos.

Grande parte dos estudos encontrados revela a atenuação dos ganhos de força de forma objetiva com coletas de dados, ou indutiva através de comparações e associações com dados de outras fontes, principalmente com o uso da crioterapia pós treino de forma regular. Roberts et al (12), Roberts et al (13) e Souza et al (14) avaliaram o ganho de força em membros inferiores, com períodos variando entre 6 e 12 semanas, em grupos que realizaram recuperação ativa e banho de imersão em água fria a partir dos testes de repetições máximas em *legpress* 45°, força dinâmica isocinética e de extensão de joelhos pré e pós-intervenção. os resultados dos testes mostraram que, apesar de ambos os grupos obterem notáveis ganhos de força, os indivíduos que realizaram o banho de imersão em água fria tiveram resultados significativamente inferiores. Yamane et al (15), em um de seus experimentos, realizaram sua análise de força nos braços, onde aplicaram os testes de repetições máximas de flexores de antebraço de forma unilateral e o teste de preensão manual pré e pós-intervenção, que consistiu no uso da imersão em apenas um dos braços, utilizando o outro como controle. Os resultados reforçam o que foi mencionado anteriormente, onde ambos os braços tiveram um aumento de força, mas os que utilizaram a imersão em água fria obtiveram resultados significativamente menores nos testes. Yamane et al (1), Peake et al (16) e Figueiredo et al (17) reforçam a atenuação dos ganhos de força de forma indutiva a partir da associação de parâmetros fisiológicos obtidos mais ligados à hipertrofia muscular com dados de outros estudos coletados para compor suas bases teóricas. Fyfe et al (18) acharam resultados um pouco diferentes, mas que de certa forma também reforçam as evidências achadas em outros estudos (1, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Eles avaliaram os ganhos de força após 7 semanas

treinamento nos membros inferiores e superiores através dos testes de uma repetição máxima em *legpress* 45°, salto contramovimento e uma repetição máxima no supino reto em participantes divididos em um grupo que realizou recuperação ativa e outro imersão em água fria. Nesse estudo, não houve diferença significativa nos parâmetros de força máxima entre os grupos, mas houve uma diferença significativa no pico de força do salto contramovimento, sendo atenuada no grupo que realizou banho de imersão em água fria. Há uma relação evidente entre a crioterapia e a atenuação da força isocinética baseada em todos esses resultados apresentados.

Assim como a variável força, a hipertrofia musculoesquelética também é relacionada com a questão da utilização de crioterapia pós-treinamento, seja para acelerar a recuperação para que se possa mais rapidamente dar outro estímulo e conseqüentemente dar continuidade ao treinamento, com a pretensão de otimizar a fisiologia do processo de ganhos de força e massa muscular. Os dados convergem para um entendimento predominante de que o emprego de crioterapia pós treino atenua ganhos relacionados a hipertrofia muscular, assim como os de força. Diferentes métodos foram aplicados para avaliação da hipertrofia muscular. Artigos que utilizaram como forma de avaliação da composição corporal a Absorciometria com raio x de dupla energia chegaram a conclusões semelhantes de que houve atenuação nos ganhos hipertróficos a partir da análise de composição corporal [12, 13, 18]. Aqueles que utilizaram a ressonância magnética encontraram resultados que sugeriram atenuação a partir da diferença do aumento da secção transversa dos membros analisados entre os grupos que realizaram recuperação ativa e crioterapia, tendo este último o menor aumento [1, 14, 15].

Nos estudos que estão em consenso, fenômenos fisiológicos foram encontrados. Em grupos que realizaram a crioterapia por banho de imersão em água fria, a partir de biopsias musculares, foram encontrados aumentos de biomarcadores relacionados a degradação proteica e diminuição nos de síntese [17, 18], atenuação da dinâmica de síntese de rRNA e na transcripcional nos ribossomos [17], desfalque na fosforilação de proteínas [13], supressão e atraso na atividade de células satélites e proteínas na via mTOR [13], supressão de genes ligados à hipertrofia muscular [16] e aumento do nível de miostatina

circulante pós exercício de forma mais prolongada [18]. Nesse mesmo grupo de estudos em consenso, não foram encontradas diferenças entre os grupos que fizeram e não fizeram crioterapia na produção de interleucina-06 [15], do fator de crescimento endotelial vascular [15], de fatores de crescimento e remodelação muscular [16] e no desenvolvimento de fibras do tipo 2 [14]. Adaptações vasculares importantes foram encontradas em indivíduos que não realizaram crioterapia e realizaram recuperação ativa, como o aumento do diâmetro da artéria braquial [1]. Porém, um estudo mostrou que a crioterapia aumentou a densidade capilar nas miofibrilas em indivíduos que fizeram banho de imersão em água fria, fazendo com que ela possa ter um papel fundamental quando há necessidade de promover angiogênese [14]. Conforme os achados fisiológicos, as atenuações de força e hipertrofia aparentam ter como motivo supressões genéticas e metabólicas derivadas da diminuição da temperatura nos desenhos experimentais utilizados, que se não foram iguais, foram semelhantes (quadro 2). A única exceção em relação ao desenho experimental e aos resultados foi o estudo conduzido por Jaworska et al [15], que por sua vez apresentou resultados significativos em relação a ganho de força. Os autores concluíram que o resultado relacionado aos parâmetros de força obtidos no estudo foi suportado devido a uma modulação nas concentrações de proteínas relacionadas a fatores de dano muscular e de crescimento (interleucina-15), e diminuição nas concentrações de miostatina. Estes resultados podem ser frutos do desenho experimental utilizado, pois, além de utilizar câmara criogênica no lugar de banho de imersão, realizou-se a terapia nos dias de descanso da intervenção, diferentemente dos demais estudos que executaram logo após o treino. No entanto, é válido salientar que não foram quantificados aspectos relacionados a hipertrofia de modo direto, não sendo possível afirmar que através da metodologia aplicada pelos pesquisadores seria vantajoso para a questão da hipertrofia. Talvez por essa técnica não ser tão acessível, ela representou a minoria nas intervenções encontradas e pode não ter sido muito estudada.

O banho de imersão em água fria é a técnica mais utilizada e a combinação de crioterapia após o treinamento resistido com a finalidade de melhoria de parâmetros fisiológicos visando ganho de força e hipertrofia conforme a convergência dos desenhos experimentais analisados. É

desencorajada de acordo com a maioria dos estudos, devendo ser evitada se o objetivo do emprego da técnica seja a melhoria destes aspectos relacionados a adaptação ao treinamento. No entanto, é válido salientar que a literatura ainda é carente de dados que testem diferentes metodologias de crioterapia para esta finalidade, visto que a grande maioria dos estudos conduziram um desenho experimental muito semelhante. É complexo prever os resultados do emprego da técnica de crioterapia na prática se for manipulada de maneira diferente do que foi estudado até o presente momento.

5. CONCLUSÃO

Conforme já mencionado, crioterapia é uma terapia amplamente difundida e utilizada. O entendimento majoritário aplicabilidade e eficácia da crioterapia relacionadas a aspectos do processo fisiológico e implicações em ganhos hipertróficos e força é de que a crioterapia, se implementada como estratégia de recuperação, atenua a melhoria de biomarcadores de força e processos ligados à hipertrofia pós treinamento resistido, sendo o uso dela desencorajado. Mais estudos devem ser realizados a fim de procurar novos protocolos e efeitos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Yamane, M., Teruya, H., Nakano, M., Ogai, R., Ohnishi, N., & Kosaka, M. (2006). Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation. *European journal of applied physiology*, 96(5), 572–580. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0095-3>;
- 2) MIRKING, G.; HOFFMAN, M. *The Sportsmedicine Book*. Boston and Toronto: Little, Brown & Co, 1978;
- 3) Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Med*. 2006;36(9):747-65. doi: 10.2165/00007256-200636090-00003. PMID: 16937951.
- 4) Laktašić Žerjavić N, Hrkić E, Žagar I, Delimar V, Kovač Durmiš K, Špoljarić Carević S, Vukorepa M, Matijević A, Žura N, Perić P. Local Cryotherapy, Comparison of Cold Air and Ice Massage on Pain and Handgrip Strength in Patients with Rheumatoid Arthritis. *Psychiatr Danub*. 2021 SpringSummer;33(Suppl 4):757-761. PMID: 34718314.
- 5) Kwecien SY, McHugh MP. The cold truth: the role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2021 Aug;121(8):2125- 2142. doi: 10.1007/s00421-021-04683-8. Epub 2021 Apr 20. PMID: 33877402.
- 6) Hyldahl RD, Peake JM. Combining cooling or heating applications with exercise training to enhance performance and muscle adaptations. *J Appl Physiol* (1985). 2020 Aug 1;129(2):353-365. doi: 10.1152/jappphysiol.00322.2020. Epub 2020 Jul 9. PMID: 32644914.
- 7) Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports Med*. 2010 Jun 1;40(6):509-17. doi: 10.2165/11531940-000000000-00000. PMID: 20524715.
- 8) PIZZANI, Luciana et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 10, n. 2, p. 53-66, 2012.
- 9) GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (1999). São Paulo: Editora Atlas, p. 201-234, 2015.

- 10) LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamaso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista katálysis*, v. 10, p. 37-45, 2007.
- 11) OUZZANI, M. et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 5, n. 1, p. 210, dez. 2016.
- 12) Roberts, Llion A., Raastad, Truls, Cameron-Smith, David, Coombes, Jeff S., and Peake, Jonathan M. (2014). Cold Water Immersion Reduces Chronic Resistance Training-Induced Adaptation. 61st Annual Meeting of the American-College-of-Sports-Medicine, Atlanta Ga, Apr 01-04, 2014. PHILADELPHIA: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000493923.19651.1b>.
- 13) Roberts, L. A., Raastad, T., Markworth, J. F., Figueiredo, V. C., Egnér, I. M., Shield, A., Cameron-Smith, D., Coombes, J. S., & Peake, J. M. (2015). Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. *The Journal of physiology*, 593(18), 4285–4301. <https://doi.org/10.1113/JP270570>.
- 14) D'Souza, R. F., Zeng, N., Markworth, J. F., Figueiredo, V. C., Roberts, L. A., Raastad, T., Coombes, J. S., Peake, J. M., Cameron-Smith, D., & Mitchell, C. J. (2018). Divergent effects of cold water immersion versus active recovery on skeletal muscle fiber type and angiogenesis in young men. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 314(6), R824–R833. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00421.2017>.
- 15) Yamane, M., Ohnishi, N., & Matsumoto, T. (2015). Does Regular Post-exercise Cold Application Attenuate Trained Muscle Adaptation?. *International journal of sports medicine*, 36(8), 647–653. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398652>.
- 16) Peake, J. M., Markworth, J. F., Cumming, K. T., Aas, S. N., Roberts, L. A., Raastad, T., Cameron-Smith, D., & Figueiredo, V. C. (2020). The Effects of Cold Water Immersion and Active Recovery on Molecular Factors That Regulate Growth and Remodeling of Skeletal Muscle After Resistance Exercise. *Frontiers in physiology*, 11, 737. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00737>.
- 17) Figueiredo, V. C., Roberts, L. A., Markworth, J. F., Barnett, M. P., Coombes, J. S., Raastad, T., Peake, J. M., & Cameron-Smith, D. (2016). Impact of resistance exercise on ribosome biogenesis is acutely regulated by post-

exercise recovery strategies. *Physiological reports*, 4(2), e12670.
<https://doi.org/10.14814/phy2.12670>.

18) Fyfe, J. J., Broatch, J. R., Trewin, A. J., Hanson, E. D., Argus, C. K., Garnham, A. P., Halson, S. L., Polman, R. C., Bishop, D. J., & Petersen, A. C. (2019). Cold water immersion attenuates anabolic signaling and skeletal muscle fiber hypertrophy, but not strength gain, following whole-body resistance training. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 127(5), 1403–1418.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00127.2019>.

19) Jaworska, J., Rodziewicz-Flis, E., Kortas, J., Kozłowska, M., Micielska, K., Babińska, A., Laskowski, R., Lombardi, G., & Ziemann, E. (2020). Short-Term Resistance Training Supported by Whole-Body Cryostimulation Induced a Decrease in Myostatin Concentration and an Increase in Isokinetic Muscle Strength. *International journal of environmental research and public health*, 17(15), 5496. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155496>.