

LUCAS CORREIA STEVENSON BRAGA

**Os efeitos da crioterapia na recuperação pós
atividade física: uma breve revisão de literatura.**

Trabalho de conclusão de
curso apresentado a Faculdade de
Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marco Carlos Uchida

Campinas, 2017

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto - CRB 8/4991

B73e Braga, Lucas Correia Stevenson, 1994-
Efeitos da crioterapia na recuperação pós atividade física: uma breve revisão de literatura / Lucas Correia Stevenson Braga. – Campinas, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Marco Carlos Uchida.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Crioterapia. 2. Gelo. 3. Atividade física. I. Uchida, Marco Carlos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Cryotherapy

Ice

Physical activity

Titulação: Bacharel

Banca examinadora:

Bernardo Neme Ide

Data de entrega do trabalho definitivo: 28-06-2017

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Marco Carlos Uchida

Orientador

Prof. Dr. Bernardo Neme Ide

Banca examinadora

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer minha família, por todo o suporte que foi dado durante toda minha trajetória dentro da faculdade, e principalmente no processo de produzir esta monografia. Portanto, gostaria de agradecer minha mãe Márcia, minha irmã Mariana, meu pai João, meus padrinhos Mara e Jair, minha tia Renata, meu primo Zeca, meu tio Dirceu e minha avó Beatriz. Em seguida, devo agradecer ao meu orientador, professor Uchida, pelas inúmeras dúvidas que foram respondidas durante todo este processo, e pelas várias reuniões em que me atendeu e deu atenção ao meu trabalho. Também gostaria de agradecer todos os professores que um dia já me deram aula, desde o ensino fundamental e médio, até meu percurso dentro da faculdade, todos foram de extrema importância na minha formação e sou eternamente grato por todos os ensinamentos que foram transmitidos para que hoje eu pudesse me tornar um profissional de educação física. Até mesmo a professora de matemática da sexta série que um dia me fez sair chorando da sala de aula ao dizer que eu nunca seria jogador de futebol profissional. Ela estava certa. Sem dúvida devo agradecer minha namorada Júlia pelas inúmeras horas que passamos estudando juntos, ao invés de fazer algo mais gostoso. Com certeza preciso agradecer meus amigos de escola e faculdade por todos os momentos incríveis que passamos juntos, desde festas, aulas, intervalos, provas, viagens, treinos, jogos, inters e com certeza mais festas. Por isso agradeço meus amigos de escola Gui, Calvin, Patrício, Fábio, Marília, Felipe, Waack, Matheus K., Guaraná, Giulia, Lusquiños, Bia Reiner e Mariana; e aos meus amigos de faculdade, Nickolas, Higa, Thiago, Marcião, Alice, Marcos, Patricia, Nathan, Pilotto, Philippe, João Torres, Larissa, Luiz Carlos, Inaene, Marina Rotella, Caroline, Júlia, Victor, frango, teta, Juliano, Kelvin, João 10, professor Megetto, pai Vitinho, mãe Gabrielle, Leonardo C., Rodrigo, Henrique, Lucas S., Gabriel M., Fernanda, Luquete, Luiza e Rafael. Sou eternamente grato a uma pessoa em especial desta faculdade, meu amigo Edgar, que me passou muitos conhecimentos no tempo em que passamos juntos comandando o time da liga CEM feminino; tive a sorte de ter um ótimo profissional, e excelente amigo, que teve a paciência e o carinho de me aceitar como seu auxiliar e me passar seu conhecimento no universo do futsal, que utilizo e sempre utilizarei. Gostaria de agradecer todos os times que um dia pude comandar e ser técnico, desde as turmas da extensão de esportes coletivos, até

o time da liga CEM feminino, que foi o primeiro time que comande, e sempre terei um carinho especial por ele e por todas as atletas que já passaram. Por fim, gostaria de agradecer todo os treinadores e treinadoras que um dia estiveram comigo, e que também me passaram seus conhecimentos e experiências nas modalidades, desde o futsal (modalidade mais praticada na infância), até o taekwondo, mas que principalmente me ensinaram a amar o esporte, seja lá qual for ele, e me fizeram hoje escolher pela profissão de professor de educação física.

BRAGA, L.C.S. OS EFEITOS DA CRIOTERAPIA NA RECUPERAÇÃO PÓS ATIVIDADE FÍSICA: UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

RESUMO

Dentro do treinamento físico, encontramos a fase de estímulo, fadiga, recuperação e supercompensação. A partir disso, esta pesquisa e revisão de literatura irá procurar entender o mecanismo da crioterapia, que busca acelerar o processo de recuperação, dentro dos diversos protocolos que podem ser encontrados. Porém os resultados não entram em um consenso, em função de: a amostra utilizada, a intervenção física e o protocolo de crioterapia que foi realizado. Além disso, as avaliações nos estudos apresentavam diferentes abordagens, como caráter funcional (contração voluntária máxima), qualitativo (percepção subjetiva de esforço e recuperação, sensação de dor), ou fisiológico (atividade enzimática de cretina quinase e concentração de interleucina 6). Dentro dos protocolos de crioterapia estudados no presente manuscrito, estes foram divididos em três intervenções, 1) imersão em água gelada, 2) pacotes de gelo, 3) ar frio. Dentro disso, foi analisado e comparado em 15 artigos científicos a partir de 2009 sobre quais foram as semelhanças e divergências entre os estudos. Através desta breve revisão as considerações finais foram que a partir dos resultados dos artigos pesquisados, a crioterapia não acelerou o processo de recuperação, uma vez que não houve diferença estatisticamente relevante entre os grupos.

Palavras Chaves: crioterapia, gelo, rendimento físico.

BRAGA, L.C.S. OS EFEITOS DA CRIOTERAPIA NA RECUPERAÇÃO PÓS ATIVIDADE FÍSICA: UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

ABSTRACT

Within physical training there is the phase of stimulation, fatigue, recovery and overcompensation. From that, this research and literature review will try to understand the mechanism of cryotherapy, which will accelerate the process of recovery, within all the protocols that could be found. Although the results could not find a consensus, because of: the voluntaries, the physical intervention and the protocol of cryotherapy that was used. Besides that, the evaluation of each research used a different approach, with functional aspects (maximal voluntary contraction), qualitative (subjective perception of effort and recovery, sensation of pain) and physiological (creatine kinase activity and interleucine-6 activity). From all the existing cryotherapy protocols studied in the present review, these were divided in three kinds of intervention; 1) cold water immersion, 2) packets of ice, and 3) cold air. It was studied and analysed articles starting from 2009 about what was different and similar between the studies. Through this brief review the final considerations were that starting from the results from the articles analysed, cryotherapy did not accelerate recovery, once there was no statistical difference between the groups.

Key Words: cryotherapy, ice, physical performance

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	1.
Fluxograma.....	13

ÍNDICE DE QUADRO

Quadro 1. efeitos da crioterapia em modelos de exercício e esporte.....	15
---	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
2.OBJETIVO.....	12
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1.ESTRATÉGIA DE BUSCA	13
4.REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 Características dos protocolos de crioterapia	21
4.2 Efeitos na recuperação.....	23
4.2.1 Imersão em água gelada.....	22
4.2.2 Pacotes de gelo.....	25
4.2.3 Ar frio.....	27
5.CONCLUSÕES.....	30
6.REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Atletas, ou até mesmo pessoas menos ativas, buscam melhorar seu desempenho físico, e para isso é preciso pensar em inúmeros aspectos, desde o momento em que acontece o estímulo, até a fase de recuperação, e assim possibilitando a melhora na performance e uma evolução atlética desse indivíduo.

Segundo Roschel, Tricoli e Ugrinowitsch (2011), o treinamento é caracterizado como um processo repetitivo e sistemático composto de exercícios progressivos que visam o aperfeiçoamento do desempenho. Portanto o estímulo utilizado em uma pessoa deve ser estruturado e controlado para que este estímulo traga o resultado esperado. Isso vai impactar diretamente nas atividades motoras, e nas demandas físicas de uma próxima atividade.

Em seguida do estímulo físico, encontra-se a fase de fadiga e decaimento do desempenho físico do indivíduo, o que já é esperado. Ascensão et al. (2003) afirma que a fadiga é a incapacidade de produzir e manter um determinado nível de força ou potência muscular durante a realização do exercício. Segundo Bompa (2002) o momento de fadiga de qualquer indivíduo traz efeitos colaterais, como o baixo índice de coordenação motora, diminuição de velocidade e potência muscular. Este é o momento em que o atleta corre mais riscos de sofrer uma lesão grave, portanto não se pode realizar um novo estímulo até que esta pessoa se encontre em condições iniciais. Para retomar este nível o atleta entra na fase de recuperação. A recuperação é multidirecional e depende de fatores intrínsecos e extrínsecos, entre eles estão a idade, o gênero, fatores ambientais, tipo de fibra muscular usado no treinamento, o tipo de exercício, fatores psicológicos, não ter traumas localizados, fuso horário e remoção eficiente de resíduos que influenciam no nível de restauração. Por fim, se o atleta não alcançar ou ultrapassar o nível inicial, ele não terá benefícios com o treinamento aplicado. Para alcançar este estado existem muitas técnicas de recuperação.

Buscando maneiras de recuperar os atletas mais rapidamente aos valores encontrados antes do treino, diversas formas de recuperação física foram desenvolvidas;

entre elas estão a massagem, as estratégias nutricionais, a recuperação ativa, alongamentos, roupas de compressão, estimulação elétrica, e por último, o método que irá ser pesquisado neste trabalho, a crioterapia. Roberts et al. (2014) afirma que a crioterapia inclui imersão em água fria, banhos de gelo, aplicação de gelo no local da dor, e uma exposição rápida à um ar extremamente gelado. A crioterapia é usada em inúmeros casos, porém ela é mais aplicada nos atletas de alta performance esportiva, com o propósito de atingir uma recuperação mais rápida (MAWHINNEY et al., 2017).

Existem alguns resultados que podem ser esperados desta técnica de recuperação. A melhora de fatores funcionais, como acelerar o processo de regeneração da força submáxima; aspectos fisiológicos, por exemplo a diminuição da atividade enzimática de creatina quinase (CK), ou da concentração da interleucina-6 (IL-6) pós atividade física. Segundo Cipryan (2017) a IL-6 é considerada predominantemente uma citocina pró-inflamatória, em que sua mudança na concentração sanguínea depende da intensidade, duração e modo de exercício. Ela é liberada na contração muscular esquelético. Para Clarkson et al., 2006 a ruptura do sarcolema, destruição dos componentes contráteis da miofibrila, dano no citoesqueleto e mudanças na matrix extracelular, são casos de dano muscular. Estes processos são manifestados por dores tardias, fraqueza e aumento na atividade enzimática de CK (PROSKE E MORGAN, 2001). Porém o principal efeito esperado da crioterapia é o analgésico (reduzidor de dor), de forma localizada, sem a utilização de agentes farmacológicos, segundo (BOMPA, 2002).

Este trabalho busca discutir e analisar os diferentes resultados encontrados em diversos artigos sobre crioterapia, a partir de 2009, e encontrar semelhanças e divergências entre estas pesquisas, para descobrir se a crioterapia possui efeitos positivos na recuperação física destes indivíduos.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é uma revisão de literatura para analisar os efeitos da crioterapia sobre a recuperação em diferentes atividades físicas, esportivas e/ou treinamento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

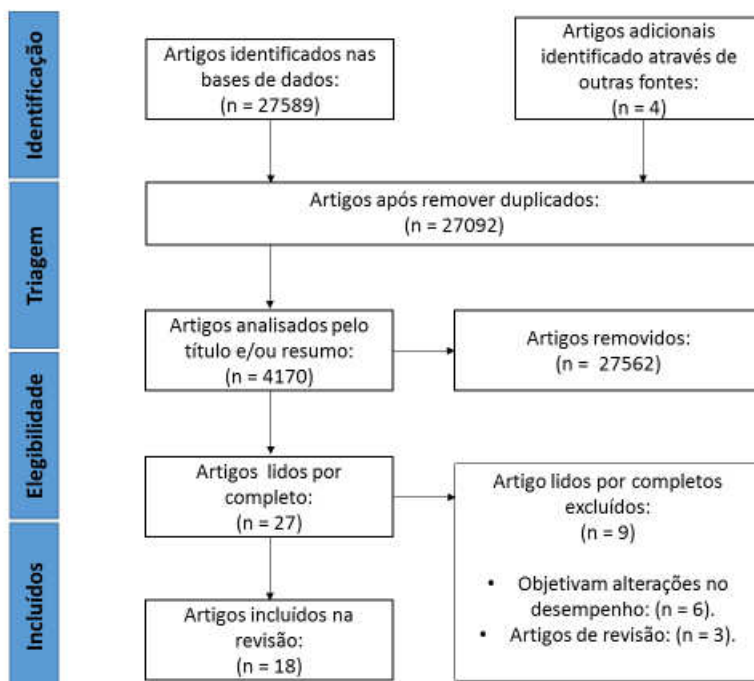
3.1. Estratégia de busca

A busca pela literatura científica, considerada como relevante para essa revisão foi realizada utilizando-se a base de dados PubMed, até o dia 1 de maio de 2017. Os termos utilizados na busca foram: ‘recovery’, ‘modality’, ‘strategy’, ‘inflammation’, ‘cryotherapy’, ‘cold water immersion’.

No primeiro momento, foram identificados 27589 artigos. Desse total, 497 estudos foram removidos por serem repetidos. Foram analisados 27092 artigos pelo título e/ou resumo. Deste montante, 27562 estudos foram retirados por analisarem patologias e não as respostas do efeito da crioterapia ao exercício físico. Foram lidos 27 artigos por completo, porém trabalhos que observaram outras respostas (que não as de ordem neuromuscular), ou investigaram a influência do treinamento sobre o desempenho, também não foram inclusos na revisão. Trabalhos citados nos artigos, que também se encontravam nos critérios de inclusão, anteriormente não encontrados na busca eletrônica também foram incluídos. No final, 18 artigos foram selecionados para esta revisão, além de livros, e outros artigos para embasar conceitualmente algumas definições importantes para este trabalho.

A figura 1 abaixo, ilustra de forma completa, a maneira que foi realizada a busca nas bases de dados supracitadas.

Figura 1: fluxograma



4. REVISÃO DE LITERATURA

A tabela 1 mostra os estudos que serão discutidos dentro deste trabalho, mostrando qual o autor e em qual ano ele fez a pesquisa na primeira coluna, em seguida qual tipo de exercício os voluntários fizeram. A terceira coluna mostra as características da amostra, como nível de aptidão física, idade, gênero. Seguindo para a próxima coluna, ela mostra qual tipo de protocolo de crioterapia foi utilizado na pesquisa em questão. E a última coluna mostrará quais foram os resultados encontrados com relação aquilo que o artigo se propôs à analisar. Esta tabela ilustra 17 artigos que irão ser discutidos sobre seus resultados.

Quadro 1: efeitos da crioterapia em modelos de exercício e esporte

Autor	Intervenção física	Amostra	Crioterapia	Resultados
Taisuke kinugasa (2009)	Futebol, 90 minutos (45 minutos por tempo, 15 minutos de intervalo)	Total de 28 jovens jogadores de futebol de idade entre 14 e 15 anos	Grupo 1: contraste; 1 minuto imerso em água a 12°C; 2 minutos banho a 38°C. Repetido 3 vezes. Grupo 2: combinado; 1 minuto imerso em água a 12°C; seguido de 2 minutos na bicicleta ergométrica (60-80 rpm, 90-110 W). 3 vezes Grupo 3: passiva; 7 minutos alongamento estático.	Salto vertical: ↔ Qualidade total de recuperação: ↔ Sensação de pernas pesadas: ↓↓↓ grupo 1 e 2
James r. Broatch (2014)	Sessão de treinamento intervalado agudo de alta intensidade, composta de 4 sprints de 30-s	30 homens idade de 19 à 29 anos, fisicamente ativos, recreacionalmente.	Grupo crioterapia: CWI (10°C) por 15 minutos Placebo: imersão em água termo neutra placebo (TWP) (34.7°C) Grupo controle: imersão em água termo neutra (TWI) (34.7°C)	Temperatura muscular: ↓↓↓ grupo crioterapia em comparação aos outros grupos. Interleukin-6: ↔ Máxima contração voluntária isométrica: ↔
Thiago De Marchi (2017)	5 séries de 10 contrações excêntricas/concêntricas dos flexores do cotovelo no dinamômetro isocinético (amplitude de 90°, contração excêntrica 90°/seg); contração concêntrica 180°/seg).	40 voluntários homens saudáveis não treinados, com idade entre 19 e 29 anos.	(1) grupo placebo (PG); (2) grupo PBMT (PBMT); (3) grupo de crioterapia (CG); Foi colocado pacotes de gelo no músculo por no máximo 20 minutos	Contração voluntária máxima: ↑↑↑ nos grupos 2, 4 e 5, enquanto o placebo e o crioterapia não haviam retornado após as 72 horas. DOMS: ↓↓↓ nos grupos 2, 4 e 5. CK: ↓↓↓ no grupo 2 com relação ao grupo placebo.

			(4) grupo crioterapia-PBMT (CPG); (5) grupo PBMT-crioterapia (PCG).	↓↓↓ Nos grupos 4 e 5 nas coletas de 48 e 72 horas em relação ao grupo placebo.
Ali m. Al-nawaiseh (2016)	Protocolo wingate: 3 séries de 30 segundos, com uma recuperação ativa entre elas. 30 minutos de recuperação e se repetiria as 3 séries de 30 segundos. Resistencia de 7,5% da massa corporal.	22 atletas de competição que se exercitam mais de 6 horas na semana	Grupo controle: recuperação passiva Grupos crioterapia: 10 minutos com água à 10°C, apenas membros inferiores	Potência: ↔ CK: ↔ Dor muscular: ↓↓↓ grupo crioterapia em relação aos outros. Percepção subjetiva de esforço: ↔
A. F. Machado (2016)	5 séries de 15 repetições de contração excêntrica máxima de extensão de joelho. 30 segundos de descanso entre as séries. Perna dominante no aparelho isocinético (60°/s)	60 homens saudáveis, não treinados de 18 à 25 anos	Grupo 1: 15 minutos com água a 9 °C Grupo 2: 15 minutos com água a 14°C Grupo 3: controle, recuperação passiva por 15 minutos	CK: ↔ Dor muscular: ↔ Percepção subjetiva de recuperação:↔ Contração isométrica voluntária máxima: ↔
Paulo Roberto Vicente de Paiva (2016)	5 séries de 15 contrações excêntricas dos extensores de joelho no aparelho isocinético da perna não dominante com velocidade de 60°/seg. 30 segundos de intervalo entre as séries.	50 homens saudáveis de 18 à 25 anos não treinados.	Grupo 1: fotobiomodulação (PBMT). Grupo 2: crioterapia (20 minutos, pacotes de gelo flexíveis) Grupo 3: PBMT + crioterapia Grupo4: crioterapia + PBMT Grupo 5: placebo	Contração voluntária máxima: ↑↑↑ grupo 1 e 3 em relação aos outros. DOMS: dores musculares tardias; ↓↓↓ grupo 1. Grupo 3 manutenção. CK: ↓↓↓ grupos 1 e 3 em relação aos outros.
Joseph T. Costello (2012)	5 séries de 20 repetições de contração excêntrica máxima no aparelho isocinético (1,57 rad/s), 1 minuto de intervalo. Perna esquerda.	36 participantes (homens e mulheres) saudáveis, não treinados de 20 à 22 anos	Grupo 1: crioterapia, 20 segundos em uma sala à -60°C, em seguida 3 minutos em outra sala à -110°C.	Contração isométrica voluntária máxima: ↔ Dor muscular: ↔

			Grupo 2: grupo controle, uma sala à 15°C.	
Christophe Hausswirth (2011)	corrida na esteira por 3 minutos na horizontal, 3 minutos inclinada para cima (+10%) e mais 3 minutos inclinada para baixo (-15%). 5 séries.	9 corredores treinados entre 25 e 38 anos.	Grupo 1: 3 quartos de -10°C, -60°C e -110°C; por 3 minutos do mais quente para o mais frio.	CK: ↔ Contração voluntária máxima: ↔ Percepção subjetiva de dor: ↔
			Grupo 2: 30 minutos de radiação infra vermelha distante	
			Grupo 3: recuperação passiva, por 30 minutos	
Gaël Guilhem (2013)	3 séries de 20 repetições máximas de flexores de cotovelo do braço dominante no aparelho isocinético (120°/s)	24 homens saudáveis, não treinados.	Grupo 1: crioterapia, 3 sessões de 4 minutos a -30°C, separadas por 1 minuto	Máxima contração voluntária: ↔ Dor muscular: ↔ CK: ↔
			Grupo 2: controle, recuperação passiva.	IL-6: ↔
J. B. Ferreira-Junior (2014)	5 séries de 20 saltos verticais saindo de uma plataforma de baixo para cima, com 2 minutos de intervalo entre elas.	26 homens saudáveis, fisicamente ativos, não treinados de 18 a 22 anos.	Grupo 1: grupo crioterapia; 3 minutos à -110°C, 10 minutos após o protocolo de lesão muscular.	Torque muscular: ↑↑ grupo 1 Dor muscular: ↔.
			Grupo 2: grupo controle; 3 minutos à 21°C	
Geoffrey M Minett (2014)	5 minutos de aquecimento 2 séries de 35 minutos de exercício intermitente de sprints com uma pausa passiva de 15 minutos entre as séries	9 participantes fisicamente ativos, não treinados de idade entre 19 e 23 anos.	Duração de 20 minutos nos 3 grupos. Grupo 1: imersão em água fria (10°C)	Contração voluntária máxima: ↑↑↑ no grupo 1 em relação aos outros grupos CK: ↔
			Grupo 2: MIX; uma toalha molhada (5°C) na cabeça, ombros e pescoço e pacotes	Percepção subjetiva de esforço: ↔ Dor muscular: ↓↓↓

			de gelo no tronco, quadríceps e isquiotibiais (-20°C).	grupo 1
			Grupo 3: controle; recuperação passiva.	
Noelle M. Selkow (2015)	100 saltos unilaterais de cima para baixo de um step.	18 participantes saudáveis, não treinados de 20 à 24 anos	As intervenções ficavam de 15 a 60 minutos. Temperatura não especificada.	Fluxo sanguíneo no músculo: ↔ não teve alteração após crioterapia (não diminuiu).
			Crioterapia: Pacote de gelo na parte medial do gastrocnêmio.	Dor: ↔ Volume de sangue muscular: ↔
			Placebo: 750g de milho doce na parte medial do gastrocnêmio.	Velocidade do fluxo sanguíneo: ↔
			Controle: toalha molhada na parte medial do gastrocnêmio.	
JONATHAN D. C. LEEDER (2014)	5 séries de 15 minutos com variação de intensidade entre caminhar, corrida leve (55% VO ² max), corrida rápida (95% VO ² max), e corrida velocidade máxima (11 sprints de 15 metros).	24 homens de 20 à 26 anos treinados	Grupo controle: recuperação passiva por 15 minutos	Contração isométrica voluntária máxima: ↔ Salto no contra movimento: ↔
			Grupo crioterapia sentado: 14°C por 14 minutos	CK: ↔
			Grupo crioterapia em pé: 14°C por 14 minutos	Proteína C-reativa; ↔ Interleucina-6: ↔ DOMS: ↔
Llion A. Roberts (2014)	Agachamento frontal e posterior 6 séries de 8 à 12 RM 3 séries de 12 exercício avanço com 40% da massa corporal 3 séries de 12 saltos verticais saindo de uma elevação de 50cm	10 homens jovens fisicamente ativos, não treinados de 20 à 23 anos	Grupo crioterapia: 10 minutos à 10°C com água até a altura da clavícula. Grupo recuperação ativa: 10 minutos em uma bicicleta ergométrica, em baixa intensidade.	Força muscular máxima: ↔ Força muscular submáxima: ↔ Dor muscular: ↔ IL-6: ↑↑↑ no grupo crioterapia

	Recuperação 90 segundos entre séries e de 120 entre exercícios.			
JERROLD S. PETROFSKY (2015)	3 séries de 5 minutos realizando agachamentos, com 3 minutos de intervalo. Era realizado um agachamento a cada 3 segundos, e eles agachavam até o quadril chegar a 110°	100 homens saudáveis de 20 a 30 anos, e não treinados	Grupo 1: controle; recuperação passiva. Grupo 2: calor imediatamente após o exercício, foram colocados 2 pacotes em cima de cada quadríceps dos voluntários, por 8 horas. Grupo 3: calor 24 horas após o exercício; Grupo 4: gelo imediatamente após o exercício; foram colocados 2 pacotes com gelo em cima de cada quadríceps dos voluntários, por 20 minutos, Grupo 5: gelo 24 horas após o exercício. OBS: temperatura dos pacotes não especificada.	Percepção subjetiva de dor: ↓↓↓ grupo 4. Grupos 2 e 5 tiveram resultados iguais, porém diminuíram mais que os outros grupos. Força: ↑↑↑ grupo 2 e 4, 24 horas após o exercício. Grupo 2 retornou aos valores iniciais 48 horas após o exercício e grupo 4 retornou aos valores básicos 72 horas após o exercício.

LEGENDA: ↑↑↑ aumentou com relevância estatística; ↓↓↓ diminuiu com relevância estatística; ↔ não houve diferença entre os grupos.

4.1 Características dos protocolos de crioterapia

Podemos observar uma heterogeneidade nos métodos de crioterapia dentro destes 17 artigos que foram analisados. O protocolo mais encontrado dentro dessas pesquisas foi o de imersão em água gelada, onde o voluntário fica por 10 minutos com o corpo imerso até a clavícula com a temperatura de $10^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$. Porém até mesmo este tipo de protocolo traz divergências, como Leeder et al. (2014) usa a água a 14°C e duração de 14 minutos; ou Minett et al. (2014) que usa a temperatura da água a 10°C , e tempo de imersão de 20 minutos.

Outro processo de crioterapia bastante encontrado nestas pesquisas, porém com um valor mercadológico elevado, é a crioterapia a partir de um ar frio. Neste método os voluntários são submetidos à um ar de -110°C dentro de uma câmara por 3 minutos. Assim como o protocolo anterior, este também sofre alterações. A primeira delas é como Hauswirth et al. (2011) fez sua pesquisa, quando o voluntário permanece 3 minutos em uma sala a -10°C , e em seguida passa para outra sala a -60°C , onde permanece por mais 3 minutos e encerra com mais 3 minutos dentro de uma sala a -110°C . Já Costello, Algar e Donnelly (2012) mantém seus voluntários por 20 segundos em uma sala a -60°C e termina com 3 minutos dentro de outra sala a -110°C .

O último protocolo encontrado, mais acessível financeiramente e frequentemente mais utilizado por praticantes de atividades físicas recreacionais é com pacotes de gelo aplicados diretamente no músculo ou grupo muscular que está sendo analisado. Petrofsky et al. (2015) usa em seu estudo 2 pacotes de gelo, um em cada quadríceps, por 20 minutos, porém não especifica a temperatura do pacote. No entanto, Selkow et al. (2015) usava 750 gramas de gelo no gastrocnêmio por um intervalo de 15 à 60 minutos, e não especifica a temperatura da embalagem.

Existe uma discrepância entre os protocolos e isso pode trazer interferências para os resultados das pesquisas. Sendo assim, acredita-se que esse fator seja o maior responsável pelas diferenças encontradas nos estudos que serão apresentados.

4.2 Efeitos na recuperação

4.2.1 Imersão em água gelada

O primeiro artigo analisado que utiliza a estratégia de imersão em água gelada foi o de Kinugasa e Kilding (2009), que estudaram o efeito da crioterapia em 28 jogadores de futebol, categoria amadora, de 14 e 15 anos, dividindo-os em três grupos. O grupo 1 fez uma estratégia de contraste (i.e., realização de imersão em água fria e em seguida água quente), onde ficava imerso por 1 minuto na água à 12°C, e em seguida passava 2 minutos em um banho à 38°C, repetindo essa sequência 3 vezes. O grupo 2 fez um protocolo combinado, onde ficavam 1 minuto imerso na água a 12°C, e em seguida faziam uma recuperação ativa, na bicicleta ergométrica, por 2 minutos, de 60-80 rpm, e 90-110 W; repetindo este mesmo protocolo 3 vezes. O terceiro grupo realizou uma recuperação passiva com alongamento estático por 7 minutos, e outros 2 minutos deitados com as pernas elevadas. Este foi o único estudo que usou como intervenção física um esporte coletivo, e não um protocolo de dano muscular induzido pelo exercício físico. Em todo caso, o estudo foi conduzido apenas com aqueles que participaram de mais de 75% do tempo de jogo, o que proporciona uma fadiga para estes sujeitos, mesmo não sendo um protocolo controlado como os artigos seguintes irão utilizar. Dentro deste estudo, os resultados encontrados não foram positivos para o grupo que realizou a crioterapia. Apenas no aspecto de sensação de pernas pesadas pode-se observar uma melhora nos grupos 1 e 2 em relação ao grupo 3. Além de que é preciso levar em consideração que foi usada uma escala subjetiva de percepção para cada sujeito, o que apenas indica uma sensação de melhora, porém não houve alteração nos resultados fisiológicos, nem funcionais. Quanto à qualidade total de recuperação e ao salto vertical não houve diferença entre os grupos.

Broatch, Petersen e Bishop (2014) mostram em sua pesquisa que analisando a concentração de IL-6 e a contração voluntária isométrica máxima não houve diferença entre os grupos, porém a sensação de temperatura corporal diminuiu no grupo de crioterapia. A priori, a ideia principal de usar a crioterapia como um mecanismo para acelerar a recuperação física, seria para que a temperatura muscular diminuísse, e assim ocorresse

uma vasoconstrição, diminuindo o processo inflamatório muscular, consequentemente acelerando a recuperação daqueles que passam por esta intervenção. No entanto, a concentração de IL-6, marcador fisiológico de inflamação, não se alterou em relação aos outros grupos. Portanto, a ideia inicial por trás da crioterapia, não traz resultados positivos usando este protocolo de 15 minutos com água a 10°C, em homens não treinados de 19 à 29 anos, após uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade, que consiste em 4 sprints máximos de 30 segundos, com 4 minutos de descanso entre as séries na bicicleta ergométrica, com 7,5% da massa corporal como carga.

Em um estudo mais recente, realizado por Al-nawaiseh, Pritchett e Bishop (2016), eles analisaram um aspecto positivo no grupo que realizou crioterapia (10 minutos à 10°C), em 22 atletas de competição realizando um protocolo Wingate, com 3 séries de 30 segundos de intensidade máxima com 7,5% da massa corporal como carga, com 3 minutos de recuperação ativa entre as séries (60 rpm, sem resistência). É possível observar neste estudo que a percepção de dor do grupo crioterapia melhorou, ou seja, sentiram menos dor após realizar esta intervenção do que o grupo controle. Segundo Bompa (2002) a diminuição da temperatura muscular reduz o número de sinapses enviadas para o cérebro, amenizando assim a sensação de dor daqueles que realizam este procedimento. Porém pode-se observar através dos outros aspectos analisados neste trabalho, que os indivíduos não estavam realmente recuperados, pois a potência muscular e a atividade enzimática de CK não demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, ou seja, apenas sentiam menos dor por conta do mecanismo explicado anteriormente.

No mesmo ano do estudo anterior, Machado et al. (2016) realizou uma pesquisa em que 60 homens saudáveis e não treinados de 18 à 25 anos, foram divididos em 3 grupos; 2 fizeram crioterapia (grupo 1 fez 15 minutos à 9°C, enquanto o grupo 2 fez 15 minutos à 14°C), e um terceiro grupo realizou recuperação passiva por 15 minutos, após um protocolo de 5 séries de 15 repetições excêntricas máximas de joelho, com 30 segundos de descanso entre as séries, no dinamômetro isocinético cm velocidade angular de 60°/s. Os resultados obtidos neste estudo foram que em nenhum dos aspectos estudados, como a atividade

enzimática de CK, a contração voluntária isométrica máxima, dores musculares e a percepção subjetiva de recuperação tiveram melhoras após as intervenções, portanto não teve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A diferença entre a temperatura dos dois grupos que realizaram crioterapia possivelmente pode ser um aspecto relevante para que não tenham sido encontradas diferenças nos resultados dos grupos.

No estudo de Al-Nawaiseh, Pritchett e Bishop (2016) descrito anteriormente, é possível encontrar resultados semelhantes com o artigo de Minett et al. (2014), em que o marcador fisiológico (CK) não teve diferença entre os grupos, porém a dor no grupo que realizou a crioterapia (20 minutos à 10°C), após uma sessão de 2 séries de 35 minutos de sprints intermitentes com 15 minutos de recuperação passiva entre eles, diminuiu em relação aos outros. No entanto, a principal diferença encontrada foi que a contração voluntária máxima deste estudo se recuperou mais rápido no grupo que passou pela intervenção de imersão em água gelada em relação aos outros grupos. Porém Minett et al. (2014) usou 9 voluntários não treinados, o que muda muito nas respostas fisiológicas, pois Al-Nawaiseh, Pritchett e Bishop (2016) pesquisaram com atletas, que sofrem menos influência dessas intervenções, uma vez que seu organismo se adapta mais rápido fisiologicamente (BOMPA, 2002).

Leeder et al. (2014) buscou em sua pesquisa descobrir se havia diferença nos resultados entre realizar a crioterapia em pé ou sentado. Para isso, 24 voluntários treinados, realizaram um protocolo intermitente com variação de intensidade, onde havia 3 grupos (1) controle; 2) 14 minutos à 14°C sentados; e 3) 14 minutos à 14°C em pé). O protocolo de exercício físico, no entanto, não induzia ao dano muscular, o que torna difícil de reconhecer se houve melhora após a intervenção. Além disso, não houve diferença entre os grupos no aspecto de dores musculares tardias, fazendo com que a diferença entre o pré e o pós treino fosse muito pequena.

A pesquisa de Roberts et al. (2014), que também utiliza a imersão em água gelada como método de crioterapia, trouxe um resultado surpreendente. Em seu estudo ele teve como amostra 20 voluntários não treinados para fazer um protocolo de força de alta

intensidade, em que após este treinamento os indivíduos irão passar ou por uma sessão de crioterapia (10 minutos com água à 10°C), ou recuperação ativa (10 minutos em uma bicicleta ergométrica, em baixa intensidade). Sua pesquisa se assemelha com os outros artigos vistos anteriormente, porém os valores de IL-6 aumentaram significativamente no grupo de crioterapia, o que vai contra a lógica desta intervenção, pois a IL-6 como um marcador de inflamação, deveria diminuir sua concentração no sangue após este procedimento. O autor afirma que este valor foi inesperado dentro das expectativas da pesquisa que foi realizada.

4.2.2 Pacotes de gelo

Na pesquisa de Marchi et al. (2017) 40 homens saudáveis, fisicamente ativos, porém não treinados, foram voluntários fazendo um protocolo de dano muscular induzido pelo exercício físico, em que foram feitas 5 séries de 10 contrações excêntricas/concêntricas dos flexores de cotovelo no dinamômetro isocinético usando amplitude de 90°, com a contração à 90°/s. Estes foram divididos em 5 grupos, 1) placebo; 2) fotobiomodulação; 3) crioterapia; 4) crioterapia + fotobiomodulação; 5) fotobiomodulação + crioterapia. Neste estudo, a crioterapia foi feita com pacotes de gelo, em cima do músculo analisado, com a temperatura não definida, por 20 minutos. O grupo que realizou somente a crioterapia não trouxe melhoras funcionais, nem mesmo fisiológicas para os voluntários, apenas os grupos que realizaram a fotobiomodulação tiveram resultados positivos. A contração voluntária máxima, se recuperou mais rapidamente nos grupos 2, 4 e 5. Já as dores musculares tardias, e a atividade enzimática de CK diminuíram apenas nos grupos 2, 4 e 5; o que mostra uma tendência à fotobiomodulação de restaurar os aspectos funcionais e fisiológicos destes voluntários mais rápido.

O estudo de Paiva et al. (2016) é muito similar ao artigo anterior. Foi feito um protocolo de dano muscular induzido pelo exercício físico similar ao feito por Marchi et al. (2017). Também foi trabalhada a crioterapia a partir de pacotes com gelo por 20 minutos, com 50 homens saudáveis, não treinados, de idades parecidas, fisicamente ativos. Os grupos foram divididos da mesma maneira que o trabalho previamente discutido, 5 grupos,

onde foi estudado o efeito tanto da fotobiomodulação quanto da crioterapia, e os 2 em conjunto. Consequentemente os resultados também foram similares, o grupo crioterapia não mostrou melhoras funcionais (contração voluntária máxima) nem fisiológicas (CK), porém o grupo que realizou fotobiomodulação trouxe resultados positivos para os voluntários nos aspectos analisados.

Selkow et al. (2015) usou uma estratégia diferente para medir a eficiência da crioterapia. Em seu estudo ele adota 18 voluntários saudáveis, não treinados, com um protocolo diferente de dano muscular induzido pelo exercício físico, onde foram feitos 100 saltos unilaterais de cima para baixo em uma plataforma (50 cm). Os voluntários foram divididos em 3 grupos, o grupo 1 colocou um pacote de gelo sobre a parte medial do gastrocnêmio de 15 a 60 minutos; o grupo 2 colocou um pacote de milho doce na mesma região que o grupo anterior de 15 a 60 minutos; e o grupo 3 apenas colocou uma toalha nesta região do músculo. Mesmo usando um estilo diferente de intervenção, os resultados foram os mesmos que os estudos passados, não houve diferença entre os resultados dos grupos. Foi medido o fluxo sanguíneo, a dor muscular, a velocidade e o volume de sangue muscular. Em todos estes aspectos não houve diferença estatisticamente significativa. Esperasse que com a crioterapia o fluxo sanguíneo diminuísse, ajudando em processos anti-inflamatórios e na coagulação no tecido danificado, segundo (SELKOW et al. 2015). Porém os resultados mostram que este protocolo não promoveu tais mudanças nos indivíduos, pois tanto o grupo placebo quanto o grupo crioterapia tiveram resultados similares.

O último estudo que utilizou deste método de crioterapia foi o de Petrofsky et al. (2015). Em seu estudo ele buscou descobrir os efeitos de calor e frio separadamente após o exercício físico, e analisar qual teria melhor resultado para a regeneração destes voluntários. Sua amostra contava com 100 homens não treinados, fazendo um protocolo de dano muscular induzido pelo exercício físico com 3 séries de 5 minutos realizando agachamentos com pausa de 3 segundos por repetição. Estes 100 homens foram divididos em 5 grupos; grupo 1) recuperação passiva; grupo 2) 2 pacotes quentes, um em cada

quadríceps, após o término do exercício; 3) 2 pacotes quentes, um em cada quadríceps, 24 horas após o término do exercício; 4) 2 pacotes de gelo, um em cada quadríceps, após o término do protocolo; 5) 2 pacotes de gelo, um em cada quadríceps, 24 horas após o exercício. Os resultados desta pesquisa mostram que tanto a percepção subjetiva de dor quanto a força tiveram valores melhores nos grupos que fizeram tanto o calor quanto o frio imediatamente após o exercício físico. Os grupos que aguardaram 24 horas para realizar a intervenção tiveram os mesmos resultados que o grupo controle. Portanto para preservar a força muscular, o melhor método encontrado neste estudo foi o calor imediatamente após o encerramento do exercício segundo PETROFSKY et al. (2015); no entanto, para diminuir a percepção subjetiva de dor, o frio logo após o término do exercício foi mais eficiente segundo PETROFSKY et al. (2015). O autor ainda ressalta o problema da padronização desta intervenção, pois não está definido na literatura qual temperatura deve ser utilizada, tanto para o frio quanto para o calor, nem o tempo de intervenção, para que isso traga efeitos positivos no organismo do indivíduo.

4.2.3 Ar frio

A última estratégia de crioterapia encontrada nos artigos analisados foi o de ar frio. No estudo Hausswirth et al. (2011) 9 corredores treinados, realizam um protocolo de dano muscular induzido pelo exercício físico, onde eles correram em uma esteira por 45 minutos com alterações na inclinação a cada 3 minutos. A velocidade também se alterava com relação à inclinação da esteira, quando ela estava na horizontal a velocidade era de 15 km/h, quando estava inclinada (+10%) passava para 11 km/h e nos momentos que ela estava declinada (-15%) a velocidade foi de 14 km/h. Como a crioterapia é realizada a partir de um ar frio, o edifício onde foi realizada a intervenção era dividida em salas, com equipamentos que diminuía a temperatura do ambiente. Os atletas foram divididos em 3 grupos, o primeiro grupo fez crioterapia, onde ficavam por 3 minutos em cada sala, passando de -10°C, para -60°C, e finalizavam a -110°C. O grupo 2 fez uma recuperação através de laser infravermelho distante por 30 minutos e o grupo 3 fez recuperação passiva. Os resultados mostram que nenhum parâmetro analisado teve resultados positivos para a

crioterapia. A atividade enzimática de CK, contração voluntária máxima e a percepção subjetiva de dor não tiveram melhoras estatisticamente relevantes para o grupo que fez crioterapia em relação aos outros grupos. Vale ressaltar que este artigo realizou sua pesquisa com sujeitos treinados, o que acarreta em respostas fisiológicas diferentes. Segundo Bompa (2002) atletas recuperam-se mais rapidamente porque têm adaptação fisiológica muito veloz.

Porém, é possível encontrar resultados muito similares na pesquisa de Guilhem et al. (2013), em que 24 homens saudáveis e não treinados, fizeram 3 séries de 20 repetições máximas de flexores de cotovelo do braço dominante em um dinamômetro isocinético (120°/s). Estes voluntários foram divididos em 2 grupos; o grupo 1 fez crioterapia, sendo 3 sessões de 4 minutos em uma câmara a -30°C, com intervalo de 1 minuto entre elas; o segundo grupo realizou uma recuperação passiva. Os resultados da pesquisa mostram que a concentração de IL-6, a atividade enzimática de CK, contração voluntária máxima e a percepção subjetiva de dor não demonstraram melhoras estatisticamente significativas. Portanto, mesmo com pessoas destreinadas, este método de crioterapia não surtiu efeitos positivos.

O trabalho de Costello, Algar e Donnelly (2012) também não mostrou efeitos positivos para a crioterapia, realizada com ar frio. Ele mediu a contração isométrica voluntária máxima e a dor muscular nos seus 36 voluntários (homens e mulheres), após realizar um protocolo de dano muscular induzido por exercício físico excêntrico. Este protocolo consiste em 5 séries de 20 contrações excêntricas máximas no dinamômetro isocinético com velocidade de 1,57 rad/s da perna esquerda. O autor afirma que não houve diferença de resultados entre o grupo que fez crioterapia (20 segundos em uma sala a -60°C, e na sequência permanecia 3 minutos em uma sala a -110°C), e o grupo controle em ambos aspectos analisados. Os autores vão além e afirmam que estes resultados indicam o aumento do risco de lesão, pois suas capacidades de propriocepção estão diminuídas.

O último trabalho que investigou este método de crioterapia foi o de Ferreira-Junior et al. (2014), em que ele encontrou resultados mais positivos em seus voluntários,

que não eram treinados. Eles foram divididos em 2 grupos, grupo crioterapia, que ficou 3 minutos dentro de uma câmara (apenas com a cabeça para fora) à -110°C , enquanto o grupo 2 fez recuperação passiva por 3 minutos. Antes das intervenções, eles realizaram um protocolo de dano muscular induzido pelo exercício físico, onde fizeram 5 séries de 20 saltos verticais de baixo para cima em uma plataforma de 0.6 metros. O torque muscular do grupo que realizou crioterapia se recuperou mais rápido em relação ao grupo controle, que nem mesmo conseguiu alcançar os valores pré exercício em 96 horas. Por outro lado, a percepção subjetiva de dor não teve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

5. CONCLUSÕES

Visando o aspecto principal deste trabalho, em que era buscar em diversas fontes a eficiência da crioterapia, pode-se concluir que a crioterapia não acelerou o processo de recuperação nos indivíduos que realizaram esta intervenção. Portanto os grupos que fizeram outras intervenções, ou não fizeram nenhum tipo de estratégia de recuperação, tiveram resultados semelhantes aos do grupo crioterapia, em termos estatísticos.

Dentre os efeitos esperados da crioterapia, a diminuição na concentração de marcadores fisiológicos de inflamação IL-6, e de dano muscular como a atividade enzimática de CK, não diminuíram em comparação com outro grupo em nenhum estudo. Nos aspectos funcionais (contração voluntária máxima) também não foi observado melhoras na recuperação em grupos que realizaram crioterapia em comparação com outros. Por fim, a percepção subjetiva de dor, que seria o aspecto mais esperado para trazer melhoras para os voluntários também não mostrou resultados positivos nas pesquisas.

Sugere-se que a recuperação do treinamento seja estudada mais profundamente, e que outros meios de recuperação muscular que foram apresentados neste trabalho também sejam mais estudados, como no caso da fotobiomodulação, ou do infravermelho, que mostraram resultados positivos dentro de suas pesquisas.

6. REFERÊNCIAS

ASCENSÃO, A. et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 3, n. 1, 2003.

AL-NAWASEH, A. M.; PRITCHETT, R. C.; BISHOP, Philip A. Enhancing Short-Term Recovery After High-Intensity Anaerobic Exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 320-325, 2016.

BOMPA, T.O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento**. 4 ed. São Paulo: Phorte, 2002.

BROATCH, J.R.; PETERSEN, A.; BISHOP, D.J. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 46, n. 11, p. 2139-47, 2014.

CIPRYAN, L. IL-6, Antioxidant Capacity and Muscle Damage Markers Following High-Intensity Interval Training Protocols. **Journal of human kinetics**, v. 56, n. 1, p. 139-148, 2017.

COSTELLO, J. T.; ALGAR, L. A.; DONNELLY, A. E. Effects of whole-body cryotherapy (-110°C) on proprioception and indices of muscle damage. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 22, n. 2, p. 190-198, 2012.

FERREIRA- JUNIOR, J. B. et al. One session of partial-body cryotherapy (-110°C) improves muscle damage recovery. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 25, n. 5, p. e524-e530, 2015.

GUILHEM, G. et al. Effects of air-pulsed cryotherapy on neuromuscular recovery subsequent to exercise-induced muscle damage. **The American journal of sports medicine**, v. 41, n. 8, p. 1942-1951, 2013.

HAUSSWIRTH, C. et al. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. **PloS one**, v. 6, n. 12, p. e27749, 2011.

KINUGASA, T.; KILDING, A. E. A comparison of post-match recovery strategies in youth soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 5, p. 1402-1407, 2009.

LEEDER, J. D.C. et al. Effects of seated and standing cold water immersion on recovery from repeated sprinting. **Journal of sports sciences**, v. 33, n. 15, p. 1544-1552, 2015.

MACHADO, A. F. et al. Dosages of cold- water immersion post exercise on functional and clinical responses: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 2016.

de MARCHI, Thiago et al. Does photobiomodulation therapy is better than cryotherapy in muscle recovery after a high-intensity exercise? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, p. 1-9, 2017.

MARTINS, C. N. et al. Effects of cryotherapy combined with therapeutic ultrasound on oxidative stress and tissue damage after musculoskeletal contusion in rats. **Physiotherapy**, v. 102, n. 4, p. 377-383, 2016.

MAWHINNEY, C. et al. Cold Water Mediates Greater Reductions in Limb Blood Flow than Whole Body Cryotherapy. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 6, p. 1252-1260, 2017.

MINETT, G. M. et al. Cold- water immersion decreases cerebral oxygenation but improves recovery after intermittent- sprint exercise in the heat. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 4, p. 656-666, 2014.

de PAIVA, P. R. V. et al. Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Lasers in medical science**, v. 31, n. 9, p. 1925-1933, 2016.

PEAKE, J. M. et al. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 5, p. 737-745, 2005.

PETROFSKY, J. S. et al. Cold vs. heat after exercise—is there a clear winner for muscle soreness. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 3245-3252, 2015.

PROSKE, U.; MORGAN, D. L. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. **The Journal of physiology**, v. 537, n. 2, p. 333-345, 2001.

ROBERTS, L. A. et al. Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 307, n. 8, p. R998-R1008, 2014.

ROSCHEL, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. spe, p. 53-65, 2011.

SANTOS, V. B. da C. et al. LED therapy or cryotherapy between exercise intervals in Wistar rats: anti-inflammatory and ergogenic effects. **Lasers in medical science**, v. 29, n. 2, p. 599-605, 2014.

SELKOW, N. M. et al. Blood flow after exercise-induced muscle damage. **Journal of athletic training**, v. 50, n. 4, p. 400-406, 2015.

TIIDUS, P. M. Alternative treatments for muscle injury: massage, cryotherapy, and hyperbaric oxygen. **Current reviews in musculoskeletal medicine**, v. 8, n. 2, p. 162-167, 2015.

WARREN, G. L. et al. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. **SPORTS MEDICINE-AUCKLAND-**, v. 27, p. 43-59, 1999.