



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

JARIAN RODRIGUES PEREIRA DE FREITAS

Efeitos da Crioimersão na potência muscular de praticantes de *CrossFit*: Um ensaio clínico controlado e randomizado.

Natal – RN

Julho/2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

JARIAN RODRIGUES PEREIRA DE FREITAS

Efeitos da Crioimersão na potência muscular de praticantes de *CrossFit*: Um ensaio clínico controlado e randomizado.

Orientador: Prof. Dr. Wouber Hérickson de Brito Vieira

Co-orientador: Alef Cavalcanti Matias de Barros

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da UFRN, como pré-requisito para obtenção de grau de Fisioterapeuta.

Natal – RN

Julho/2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências da Saúde -
CCS

Freitas, Jarian Rodrigues Pereira de.
Efeitos da crioterapia na potência muscular de praticantes de CrossFit: um ensaio clínico controlado e randomizado / Jarian Rodrigues Pereira de Freitas. - 2022.

29f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia. Natal, 2022.

Orientador: Wouber Héricson de Brito Oliveira.

1. Crioterapia - Crioterapia - TCC. 2. Crossfit - TCC. 3. Potência - TCC. I. Oliveira, Wouber Héricson de Brito. II. Título.

RN/UF/BS-CCS
615.832.9

CDU

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR JARIAN RODRIGUES PEREIRA DE FREITAS
EM 07 DE JULHO DE 2022.

1º Examinador e Orientador: Prof. Dr. Wouber Héricson de Brito Vieira – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Nota atribuída: _____

2º Examinador: Ingrid Martins de França – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Nota atribuída: _____

3º Examinador: Ricardo Vinícius Silva de Souza – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Nota atribuída: _____

APROVADO COM MÉDIA: _____

AGRADECIMENTOS

Meus primeiros agradecimentos vão para minha família como um todo pois cada um participou da minha formação de alguma forma, formação essa que não teve início quando entrei na faculdade, mas desde muito antes. Por ser humanamente impossível de citar o nome de todos da família citarei em especial meu núcleo familiar. Dona Núbia Cilene e Seu Jorge Ivan, agradeço por todo carinho, cuidado, amor, ensinamentos, por vezes abrir mão de muitas coisas para me proporcionar o melhor que fosse possível. Muito obrigado. Natã Pereira, Agradeço por ser o meu melhor amigo em todas as horas. Saibam que vocês contribuíram muito para minha formação.

Não tenho o que fazer para agradecer a você Alef, sem o qual esse trabalho não seria feito. Obrigado de coração pelas horas dedicadas a me ajudar, mesmo com uma rotina corrida topou me ajudar e ajudou muito. Obrigado por todo o conhecimento e orientação compartilhada, desejo que você alcance todos os seus objetivos.

Agradeço a pessoa super especial que dedicou de seu tempo para me auxiliar, passando horas em frente ao computador junto comigo e espero que passe anos ao meu lado. Te agradeço de coração, Dea, muitíssimo obrigado por me acompanhar nessa jornada e por estar sempre ao meu lado saiba que muito da motivação para executar esse trabalho veio de você e muito da ajuda que precisei veio de você. Muito obrigado.

Aos meus amigos de faculdade fica aqui meu agradecimento por todos os momentos passados juntos, vocês fizeram com que o tempo de faculdade não se tornasse um martírio. Citarei em especial o nome de Yves, que esteve sempre compartilhando de conhecimento e companheirismo. E Andershow por ser tão bom amigo e ter me ajudado tanto durante a jornada. Kelton, Vitor, João obrigado por tudo.

Ao meu professor e orientador Wouber Héricksen, meus sinceros agradecimentos por todo o conhecimento, tanto teórico quanto prático. Saiba que serei sempre grato por todos os ensinamentos, desejo tudo de bom para você.

Claro que faltaria eu citar alguém pois não foi uma curta jornada, nem muito menos acabou, mas a cada pessoa que participou dessa caminhada tem minha eterna gratidão.

RESUMO

Introdução: O *CrossFit*[®] (CF) é uma modalidade esportiva que exige grandes esforços musculares, podendo gerar prejuízos no desempenho dos praticantes. A Crioimersão (CI) é um recurso bastante utilizado na recuperação esportiva, porém seus efeitos na potência muscular ainda são controversos. **Objetivo:** analisar os efeitos da crioimersão na potência muscular pós protocolo de dano em praticantes de *CrossFit*[®]. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico, randomizado e controlado, no qual 20 praticantes de CF foram aleatoriamente divididos, após protocolo de dano muscular, em 2 grupos (Crioimersão= gCI e Controle= gC). A potência muscular de extensores de joelho foi avaliada pelo dinamômetro isocinético. Os voluntários foram avaliados antes e imediatamente após exercício, pós-intervenção, 24h e 48h pós exercício. Os dados foram expressos por meio de média e desvio padrão, analisados no SPSS 22.0. Foi considerado um nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%. **Resultados:** O desempenho da potência dos extensores do joelho diminuiu após exercício em ambos os grupos ($p < 0,05$), com declínio de até 25%. Porém, não houve diferença estatística entre os grupos. Apesar disso, o gCI apresentou uma tendência a recuperar mais rapidamente o desempenho da potência muscular. **Conclusão:** A crioimersão não demonstrou efetividade na recuperação da potência da musculatura extensora de joelhos pós protocolo de dano em praticantes de *CrossFit*[®].

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Posição inicial do movimento de <i>WallBall</i>	19
Figura 2– Posição intermediária do movimento de <i>WallBall</i>	19
Figura 3– Posição final do movimento de <i>WallBall</i>	19
Figura 4– Exercício de elevação do quadril.....	20
Figura 5– Exercício de agachamentos livres seguidos de mini saltos.....	20
Figura 6– Exercício de “avanço”.....	20
Figura 7– Exercício flexão de braço.....	21
Figura 8– Fluxograma experimental do estudo.....	22
Figura 9– Curva de desempenho da potência.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características sociodemográficas e biométricas da amostra.....	24
Tabela 2- Níveis de potência muscular nos extensores de joelho.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1 Procedimentos.....	14
2.1.1. Procedimentos de avaliação.....	14
2.3. Procedimentos de intervenção.....	18
2.4. Análise Estatística.....	19
3. RESULTADOS.....	21
4. DISCUSSÃO.....	24
5. CONCLUSÃO.....	26
6. REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

Os esportes em sua maioria levam seus praticantes a esforços físicos, que quando inseridos em um contexto de treinos e competições, expõe os mesmos ao desgaste físico. Em um cenário onde quanto maior a demanda, maior será o esforço e por consequência, maior também será o desgaste, que por sua vez, pode levar os mesmos a lesões e/ou diminuição em seus próximos desempenhos. Para reverter esse problema a chave é a recuperação física que é um processo fisiológico natural (Tomlin e Wenger; 2001), mas que demanda tempo até que o corpo reverta os efeitos da fadiga gerada pelo exercício e o esforço realizado. Sendo assim, encontrar estratégias para acelerar esse processo ou reduzir os danos musculares traria uma excelente vantagem no meio competitivo, uma vez que proporcionaria o retorno mais eficaz a prática esportiva e reduziria os riscos de lesões provenientes desses desgastes (Pastre et al; 2009; Bahnert et al; 2013).

Na busca por tais estratégias vem se popularizando a utilização da crioterapia por imersão ou Crioimersão (CI), um recurso que tem sua origem na crioterapia e consiste em realizar uma imersão de partes do corpo ou o corpo todo, em recipientes com água em baixas temperaturas, no intuito de que os efeitos causados por baixa temperatura, sendo eles, vasoconstrição e redução do metabolismo local, possam, somados a pressão exercida pela água, diminuir a atividade corpórea fazendo com que as inflamações musculares causadas pela prática esportiva sejam reduzidas (Torres R, et al; 2012), gerando assim uma recuperação mais rápida (Machado AF, et al. 2016). Ainda que seja muito plausível, não tivemos ainda seus reais efeitos expostos pela literatura (Dupuy O, et al; 2018).

Em recentes revisões de literatura a CI mostrou-se eficaz para redução de dor e fadiga muscular (Rocha et al 2018) quando comparado com outras intervenções como recuperação ativa e passiva. Esses estudos apontam para que os melhores resultados sejam encontrados entre 11 e 15° C num tempo de aplicação entre 11 e 15 minutos (Machado et al; 2016). Entretanto, há poucos dados que indiquem a manutenção ou melhora do desempenho físico após a aplicação (Fonseca et al; 2016). Além disso, podemos observar nos estudos a utilização de protocolos de danos musculares que se distanciam muito da funcionalidade e dos gestos esportivos praticados diariamente. Por isso, há a necessidade de estudarmos uma modalidade funcional, que represente a prática clínica dos atletas, juntamente com esse recurso de recuperação muscular.

Uma modalidade esportiva que tem se expandido ultimamente é o Crossfit (CF). Criado por um antigo ginasta estadunidense, foi muito utilizado para treinamento de forças

militares americanas como o corpo de bombeiros e a própria polícia militar, por ser um programa de treinamento intensivo (Sabino et al; 2016). O método de treinamento dispõe de gestos funcionais e mescla movimentos da ginástica e levantamento de peso olímpico onde se busca ao mesmo tempo, tanto treino de força como condicionamento físico (Smith MM et al; 2013). Os treinos são organizados de forma que envolvam exercícios de mobilidade, aquecimento, seguido por treino de força e/ou prática de gestos para melhora de alguma execução de movimento para só então dar início ao WOD, sigla em inglês que se refere a “*workout of the day*” que se traduz por “trabalho/missão do dia”.

Nas competições de CF os praticantes priorizam a execução dos movimentos no menor tempo possível, com maior força, exigindo dessa forma fazer uso da potência muscular. Potência é a capacidade de gerar força rapidamente, ou seja, o produto da força pela velocidade é um dos preditores de performance ou desempenho físico (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005; Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005), dessa maneira, há suma importância analisar a potência dos indivíduos pré e pós atividade e intervenção para observar suas possíveis interações.

Dessa forma, existe uma necessidade de pesquisas que reproduzam a prática esportiva, garantindo, além de aplicabilidade, uma aproximação com a realidade do grupo estudado, para que tenhamos melhor elucidação do tema para os profissionais esportivos.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi observar os efeitos da criomersão sobre a potência muscular após dano muscular induzido em praticantes de Crossfit.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo é um ensaio clínico randomizado que foi desenvolvido no Grupo de Estudos e Pesquisas em Animais e Desempenho Humano e Esportivo (GEPADHE) que fica localizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Onde vinte praticantes de CF realizaram um protocolo de indução ao dano e em seguida foram submetidos a dois tipos de intervenção à Criomersão (n=10) e Controle (n=10). Fizeram parte do estudo três pesquisadores um (P1) responsável pelas avaliações e reavaliações de todos os voluntários; O pesquisador dois (P2) que realizou o processo de randomização e execução dos protocolos de intervenção; e o terceiro pesquisador (P3) executou a análise estatística.

Os indivíduos foram recrutados de forma não probabilística, no município de Natal/RN. Os grupos foram alocados de forma aleatória, utilizando o site <http://www.randomization.com>. Após a avaliação inicial os indivíduos foram divididos em dois grupos, com randomização por estratificação, na qual, o fator utilizado foi o sexo: grupo criomersão (gCI) e grupo controle (gC).

O protocolo obedeceu às recomendações da *Consolidated Standards of Reporting Trials* 2010 (CONSORT) para a execução de ensaios clínicos (Schulz, 2010) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob parecer 3551970 e está de acordo com a resolução 466/12. A fim de manter o sigilo de alocação o P2 identificou os grupos por diferentes cores e ocultou à randomização até o final das coletas.

Foram incluídos nos estudo apenas homens e mulheres, praticantes de *CrossFit* que atendessem os seguintes requisitos: I) faixa etária entre 18 e 40 anos; II) possuir no mínimo 6 meses de prática regular de *CrossFit*; III) treinar pelo menos 3 vezes por semana; IV) ter experiência no WOD Karen; V) não ter realizado WOD Karen nas últimas 4 semanas; VI) ter participação em competição de Mixed Modalities Training (pelo menos de nível local); VII) não apresentar lesão osteomioarticular que impedisse a realização do protocolo; VIII) não apresentar cardiopatias, distrofias musculares, doenças neurológicas; IX) não apresentar sintomatologia dolorosa nos membros inferiores antes do início das coletas; X) não ter hipersensibilidade ou alergias ao gelo; XI) não possuir Síndrome de Raynaud; XII) Para os voluntários do sexo feminino não estar no período de fase folicular.

Foram excluídos da amostra os indivíduos que: I) não conseguiu realizar o protocolo de exercícios de forma completa, no dia da avaliação; II) não tenham completado algum dos

procedimentos do estudo por qualquer motivo; III) tiver feito uso de energéticos, anabolizantes, fármacos ou qualquer outra substância que possa alterar o desempenho durante a avaliação; IV) tenha feito uso de analgésicos, anti-inflamatório ou depressores do sistema nervoso central durante os procedimentos.

2.1 Procedimentos

Todos os participantes passaram por testes de familiarização para os procedimentos os quais seriam expostos, visando reduzir os erros provenientes do não entendimento dos testes. Na sequência foi feita a avaliação inicial (AV1) com coleta de dados antropométricos e marcadores clínicos, funcionais e neuromusculares. Em seguida foi realizado o protocolo de dano muscular, seguido pela reavaliação (AV2). De forma imediata, após a AV2, os sujeitos foram encaminhados aos protocolos de intervenção terapêutica (recuperação passiva ou crioterapia), tendo a terceira avaliação (AV3) sendo realizada logo em sequência. Todos os participantes retornaram ao local 24h e 48h depois contadas desde a intervenção para serem realizadas respectivamente a quarta (AV4) e a quinta avaliações (AV5).

Para evitar qualquer alteração proveniente do ciclo circadiano, todas as avaliações foram realizadas apenas durante o mesmo turno, sendo escolhido para isso o turno matutino. Somente um membro inferior de cada participante foi avaliado, tendo sido escolhido previamente por sorteio. Os voluntários receberam as mesmas orientações, sendo elas: não fazer ingestão de bebida com teor alcoólico e/ou qualquer substância que tivesse capacidade de alterar o seu desempenho físico; não ter realizado atividade física vigorosa há pelo menos 48h prévias as avaliações; não se submeter ou fazer uso de outro tipo de terapia durante o período que foram coletados os dados.

2.1.1. Procedimentos de avaliação

Para avaliação foi utilizado um dinamômetro isocinético (DI) computadorizado (Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical System Inc, New York, USA) calibrado de acordo com as recomendações dos fabricantes.

Essa avaliação foi realizada no intuito de mensurar o desempenho muscular de extensores do joelho do membro selecionado, o voluntário foi posto na cadeira do DI, com o quadril a aproximadamente 90° de flexão e pelve neutra. Foram utilizados cintos para estabilização, tanto na região pélvica como na região torácica e na coxa do membro a ser testado. O eixo de rotação do DI foi ajustado tendo como base o nível do epicôndilo lateral do fêmur e o braço de alavanca foi fixado a aproximadamente 3cm acima do maléolo medial do

tornozelo. Os sujeitos foram instruídos a segurar de forma firme os apoios localizados nas laterais dos assentos e o mesmo avaliador foi responsável pelo encorajamento verbal do participante.

O voluntário realizou cinco contrações concêntricas voluntárias máximas (CCVM) de extensão do joelho a uma velocidade de 60°/s, partindo de 90° de flexão para extensão (5°) quase completa, sendo todo o movimento feito numa amplitude de 85°. Todos os participantes passaram por um pré-teste, onde foram realizadas três repetições submáximas visando a familiarização do participante ao DI (Dantas; 2017).

2.2. Protocolo de indução ao dano muscular

O *CrossFit* (CF) foi escolhido como base para o protocolo de indução ao dano muscular. O CF vem aumentando sua popularidade ao redor do mundo (Sprey et. al; 2016) por possuir extensa variabilidade dos seus movimentos, inserindo funcionalidade e alta intensidade. Por isso é considerado um programa de condicionamento extremo (Drum et. al; 2017). Possui também treinos diversificados, desgastantes e motivacionais, principalmente devido a combinação de técnicas e movimentos.

Em seus protocolos de treino o CF possui dois tipos de treinamentos possíveis, o que promove a competitividade e ainda a possibilidade de analisar a evolução dos praticantes dessa forma o “treino do dia” (Workout Of the Day) e os “treinos fixos” (benchmark WOD’s) foram desenvolvidos pelo criador da modalidade para que pudesse ser repetido durante o ano e dessa maneira fosse possível obter uma comparação com a marca anterior do próprio atleta ou de outros praticantes. Desta forma, no CF há uma sequência de exercícios, unindo ginástica e levantamento de peso, composta por repetições de WallBall - arremessos de uma medicine-ball (14 libras para mulheres e 20 libras para homens) até uma altura de 2,7m para mulheres e 3m para homens, seguida de descida com a bola em fase excêntrica do agachamento (além de 90° flexão), retornando para extensão total do quadril e joelho com novo arremesso da medicine-ball.



Figura 1 - Posição inicial do movimento de WallBall. A. Vista lateral; B. Vista Posterior. *Marcação de altura para arremesso masculino; ** Marcação de altura para arremesso feminino.

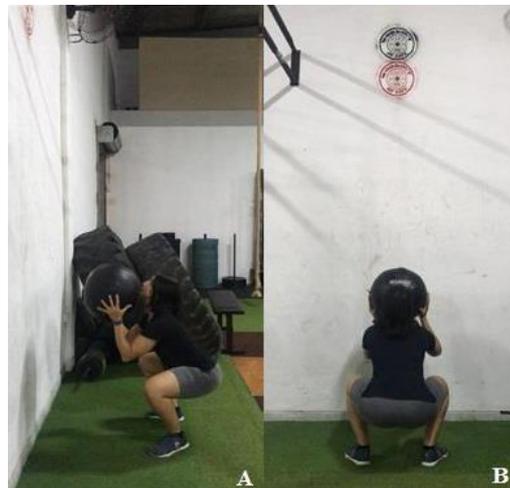


Figura 2 - Posição intermediária do movimento de WallBall – Fase de agachamento. A. Vista lateral; B. Vista Posterior. Quadril deve descer no mínimo até linha articular do joelho.



Figura 3- Posição final do movimento de WallBall. A. Vista lateral; B. Vista Posterior.

2.2.1. Aquecimento

Antes de realizar o treinamento em si, cada participante passou por uma fase de aquecimento, com a finalidade de aquecer e preparar o corpo para a atividade vigorosa que viria a seguir, composta por 3 séries de: 12 repetições de elevação de quadril em decúbito dorsal e joelhos flexionados “ponte”; 10 agachamentos, cada um seguido de um mini salto; 8 repetições de “avanço” ou “passada” e finalizando com 6 repetições de flexões/apoio de braço.



Figura 4 - Exercício de elevação do quadril. A. Posição inicial; B. posição final.



Figura 5- Exercício de agachamentos livres seguidos de mini saltos. A. Posição inicial; B. posição intermediária – agachamento; C. Posição final – mini salto.



Figura 6- Exercício de “avanço”. A. Posição inicial; B. posição final;



Figura 7- Exercício flexão de braço. A. Posição inicial; B. Posição final.

2.2.2. Protocolo de indução ao dano

Depois de ter realizado a sequência de aquecimento cada participante efetuou o protocolo de indução ao dano, sendo este uma série de 200 repetições de Wall-Ball realizadas no menor tempo possível, para isso cada participante recebeu a seguinte instrução “Realize as 200 repetições o mais rápido e forte o possível, objetivando finalizar no menor tempo possível”. Cada participante teve a liberdade para descansar a qualquer instante, de acordo com a estratégia adotada, desde que buscasse obedecer a instrução recebida. O P2 acompanhou as execuções. Tanto para fazer a contagem como para o encorajamento verbal, visando manter a motivação dos voluntários durante as execuções. Ao final do protocolo os indivíduos foram encaminhados para a AV2, seguido da intervenção de acordo com o grupo ao qual foi inserido.

2.3. Procedimentos de intervenção

Finalizado a AV2, os voluntários foram encaminhados às intervenções, sob responsabilidade do P3.

2.3.1. Grupo Crioimersão

Logo após a AV2 os voluntários que faziam parte do gCI realizaram imersão em tonel de 200 litros contendo água e gelo escamado, por 15 minutos, de acordo com recente meta-análise. Os sujeitos ficaram dentro do recipiente em bipedestação, com joelhos e quadril semifletidos e imersos até a altura das espinhas ilíacas anterossuperiores.

A temperatura da água foi mantida em torno de 11°C, sendo utilizado um termômetro de vareta digital (Salvterm® 1200K, Brazil) que ficou posicionado no tonel durante todo o tempo de intervenção. Para variações de temperatura eram acrescentados gelo, caso a temperatura aumentasse, e água em temperatura ambiente, caso ocorresse diminuição da temperatura. A cada minuto que se passava a água era mexida para que houvesse o mantimento uniforme de temperatura em todo o recipiente, proporcionando assim uma melhor troca de temperaturas entre o corpo e o meio.

2.3.2. Grupo Controle

Os participantes que faziam parte do gC ficaram apenas em repouso por 15 minutos, onde ficaram sentados em uma cadeira.

Imediatamente após as intervenções os participantes foram encaminhados para que fosse realizada a AV3.

2.4. Análise Estatística

Foi realizada a estatística descritiva para cada variável objetivando caracterizar a amostra. Utilizando a planilha eletrônica *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – 20.0) foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificação da distribuição dos dados, e o de *Levene*, para análise da homogeneidade das variâncias. Além disso, a esfericidade foi testada por meio do teste de *Mauchly* e quando violada a correção de *Greenhouse-Geisser* foi utilizada. Em seguida foram analisadas a interação tempo-grupo e as diferenças inter e intra-grupos para as variáveis neuromusculares através da ANOVA mista two-way. Os resultados foram apresentados em forma de média e desvio padrão considerando um nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95% para todas as medidas, com poder do estudo >80% e tamanho do efeito (*f* de Cohen).

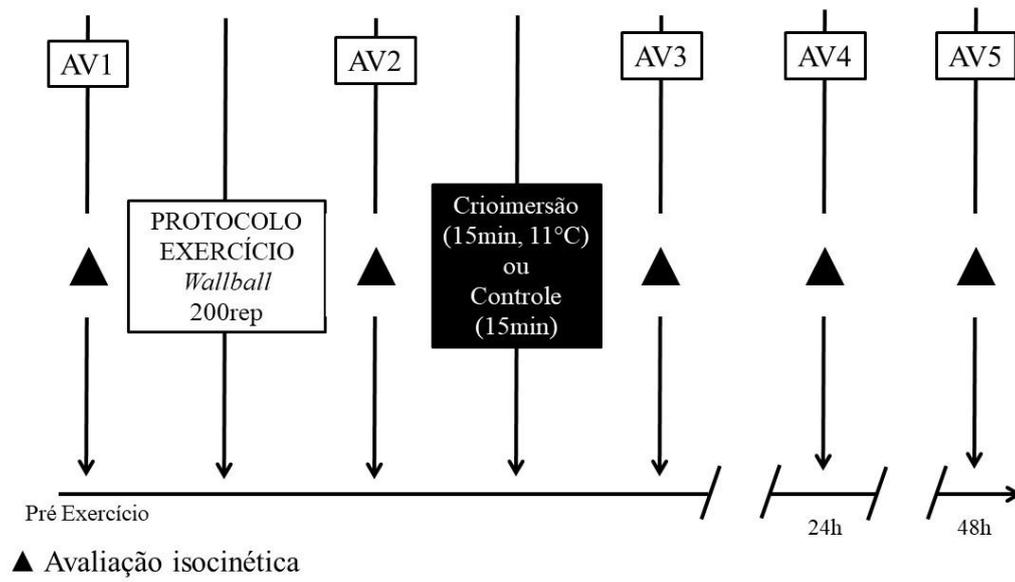


Figura 8- Fluxograma experimental do estudo baseado no CONSORT. AV: avaliação;

3. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados sociodemográficos e biométricos dos sujeitos, e foi observado que os grupos apresentaram condições semelhantes no início do estudo ($p > 0,05$).

Tabela 1 – Características sociodemográficas e biométricas da amostra

	Crioimersão n = 10	Controle n = 10	P Valor
<i>Homens (%)</i>	5 (50)	5 (50)	-
<i>Mulheres (%)</i>	5 (50)	5 (50)	-
<i>Idade (anos)</i>	28,90 ± 4,28	29,75 ± 2,93	,744
<i>Massa Corporal (Kg)</i>	70,05 ± 10,7	69,45 ± 8,0	,505
<i>Estatura (m)</i>	1,72 ± ,11	1,67 ± ,08	,318
<i>IMC (Kg/m²)</i>	24,57 ± 2,03	23,84 ± 2,93	,791
<i>Tempo de prática (meses)</i>	25,00 ± 17,39	24,00 ± 18,83	,596
<i>Frequência de prática (semanal)</i>	5,25 ± ,50	4,50 ± 1,00	,675

Valores expressos em média ± desvio padrão. IMC: índice de massa corporal; Kg: quilograma; m: metro;

Todas as variáveis em seus momentos de análise são exibidas na Tabela 2. A figura 09 representa a curva de desempenho da potência desde antes do protocolo de exercício (AV1) até 48h após o exercício (AV5). Não houve interação tempo/grupo na análise do pico da potência extensora ($F_{4,24} = 2,671$; $p = 0,129$; $f = 0,667$ power=0,363). Porém, observa-se que logo após o protocolo de exercício o desempenho isocinético diminuiu em ambos os grupos e não retornou após 48h ($F_{4,24} = 21,063$; $p = 0,001$; $f = 1,872$ power = 0,996). Além disso, após 48h o grupo Crioimersão apresentou menor queda do desempenho, exibindo apenas 13,22% de diminuição da potência quando comparado com AV1, enquanto o gC possuiu queda superior a 25%. Havendo assim uma tendência do grupo Crioimersão ao retorno dos valores de desempenho, entretanto reforçamos que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($F_{4,24} = 21,063$; $p = 0,001$; $f = 1,872$ power = 0,996).

Foi observado que durante o protocolo de imersão a média de temperatura da água foi de 11,26°C ($\pm 0,17$; IC: 10,98 a 11,54).

Tabela 2 – Níveis de Potência dos músculos extensores do joelho antes e após exercício com Crioimersão (n = 10) ou Controle (n = 10)

Variável	Grupos	Pré exercício	Pós exercício	Pós intervenção	24H	48H	Alterações de pontuação dentro do grupo			
							Pós exercício - Pré exercício	Pós intervenção - Pré exercício	24H - Pré exercício	48H - Pré exercício
Potência Extensora, Watts	Crioimersão	132,71± 44,52	109,06 ± 35,43*	115,11 ± 33,48	112,02 ± 29,57	115,17 ± 30,29*	-17,3 (-4,70 a -30,0)*	-20,4 (-47,2 a 6,41)	-26,5 (-60,4 a 7,33)	-26,4 (-45,3 a -7,56)*
	Controle	131,41± 29,15	111,51 ± 25,14*	120,05 ± 32,56*	100,12 ± 25,68*	99,20 ± 19,86*	-40,0 (-52,7 a -27,3)*	-28,0 (-54,8 a -1,18)*	-50,7 (-84,6 a -16,8)*	-51,1 (-70,0 a -32,1)*

*p <0,05, em comparação com a avaliação pré exercício; #p <0,05, em comparação com a avaliação pós exercício; †p <0,05, em comparação ao grupo controle;

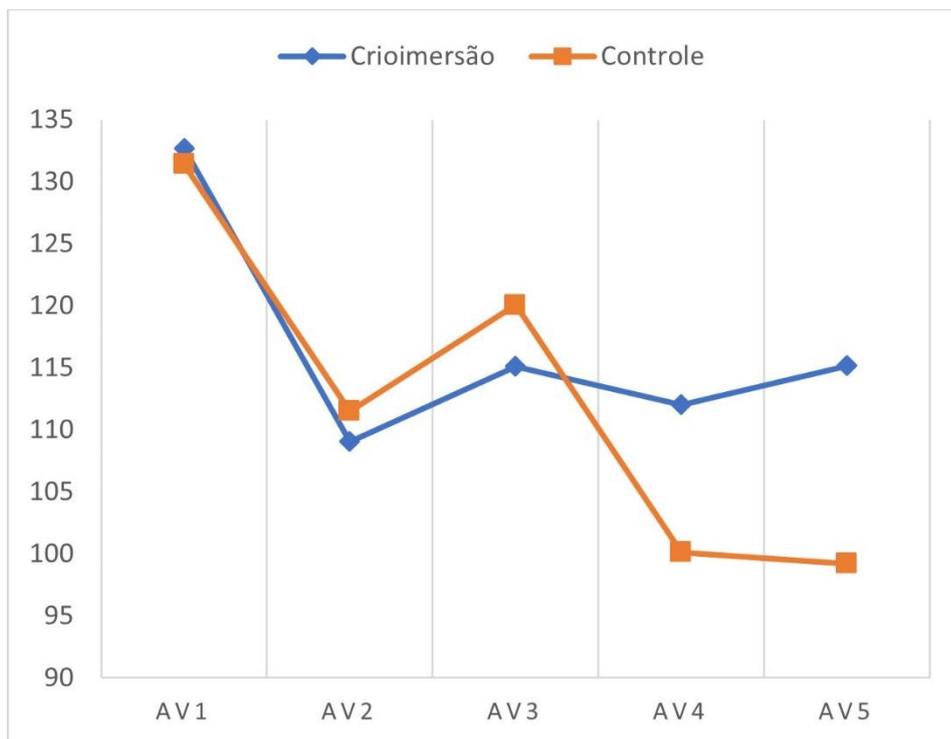


Figura 9 – Curva de desempenho da potência

4. DISCUSSÃO

Buscando entender os efeitos exercidos pela criomersão sobre a potência muscular após protocolo de indução ao dano em praticantes de *Crossfit*, o presente estudo não encontrou diferenças estatísticas quando se comparadas com a recuperação passiva, ainda que a CI tenha demonstrado uma tendência em acelerar os níveis de recuperação. Outros estudos apresentam efeitos benéficos da CI para a percepção subjetiva de dor e de recuperação percebida (Beakley et al; 2012). Entretanto seus resultados quanto a manutenção da potência muscular são poucos e controversos.

Os achados do presente estudo mostram que não houve diferença estatística entre os grupos analisados, o que difere dos resultados encontrados por Fonseca et al; 2016, que analisou os efeitos da criomersão em lutadores de jiu-jitsu e observou que após a intervenção houve uma queda significativa no nível de potência muscular. Entretanto o protocolo de dano parece não ter surtido efeito uma vez que os resultados de potência pós exercício mantiveram os mesmos, enquanto o protocolo adotado no presente estudo demonstrou-se eficaz gerando a queda de potência esperada, o que pode explicar o motivo pelo qual os resultados foram diferentes.

Apesar de não existirem muitos dados específicos sobre os efeitos da CI na potência muscular, ao investigar possíveis efeitos da imersão em água fria sobre o pico de torque de 20 voluntários, jovens adultos durante a execução de exercícios fatigantes, Yeung et al; 2016, também não encontraram resultados que demonstrassem melhora em relação ao grupo controle. Enquanto um estudo realizado por Roberts et al; 2015, avaliou o uso da CI para recuperação de força muscular após realização de exercícios em 10 homens fisicamente ativos e encontrou melhores resultados quanto a recuperação da força quando comparado ao segundo grupo, entretanto, a intervenção proposta para o segundo grupo foi a recuperação ativa, o que difere da comparação feita no presente estudo que fez comparação com a recuperação passiva.

Sabe-se que a recuperação das funções musculares depende do motivo pelo qual tais funções foram reduzidas, podendo essas serem resultantes de distúrbios metabólicos gerados pelo exercício cujo reestabelecimento está mais ligado a restauração dos estoques de glicogênio muscular (Jentjens, Jeukendrup; 2003), ou desencadeado por lesões musculares onde o reestabelecimento das funções está relacionado a cicatrização da musculatura lesada e retorno a homeostase (Cheung et al; 2003 e Tee, Bosch e Lambert; 2007).

Entretanto, acredita-se que a CI atue gerando vasoconstrição e redução do metabolismo local (Guirro R et al; 1999) não gerando os efeitos reparadores no tecido muscular ou nos níveis de glicogênio muscular. Ainda assim sugere-se que exista uma possibilidade de melhores resultados para recuperação da potência a longo prazo, que parece estar inversamente relacionado aos níveis de concentração de lactato desidrogenase (Fonseca et al; 2016).

O presente estudo não apresentou diferença estatística entre os grupos avaliados, o que parece estar de acordo com os achados sobre outros marcadores de desempenho (Dantas; 2017, Yeung et al; 2016), no entanto os resultados demonstram uma maior tendência para recuperação da potência nos voluntários que fizeram parte do gCi que pode ser explicado por um possível efeito da crioterapia sobre os níveis séricos de lactato desidrogenase e dor muscular pós dano induzido, que acarretaria em uma recuperação mais rápida da homeostase muscular como constatou Gregson et al; 2011.

Apesar de não terem sido feitas análises de marcadores químicos nem o controle de intensidade para o protocolo de dano proposto, é possível inferir que o protocolo gerou dano muscular. É de grande importância salientar que a temperatura da água foi mantida a um padrão de 11°C que seria o padrão ideal para a intervenção. O processo de recuperação pós exercício é primordial para os praticantes de CF. Portanto, fica evidente a necessidade de novos estudos que observem os efeitos da crioterapia na potência focando em possíveis efeitos da CI a longo prazo, podendo ser feita a observação de relações com surgimento de lesões e manutenção de desempenho ao decorrer de um maior período de treinamentos, uma vez que temos documentado que déficits de potência estão associados a maiores riscos de lesão (Coutinho et al; 2021).

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo mostram que a crioterapia por imersão após protocolo de dano induzido não se mostrou eficaz na recuperação da potência muscular de extensores de joelho em praticantes de *CrossFit*.

Sugere-se realização de mais estudos no tema adotando controle de intensidade do protocolo proposto e observando possíveis efeitos a longo prazo para que assim seus resultados sejam melhores elucidados.

6. REFERÊNCIAS

BAHNERT A, NORTON K, LOCK P. Association between post-game recovery protocols, physical and perceived recovery, and performance in elite Australian Football League players. **J Sci Med Sport**. 2013 Mar;16(2):151-6;

CHEUNG, K.; HUME, P. A.; MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. **Sports Medicine, Auckland**, v. 33, no. 2, p. 145-164, 2003;

COUTINHO, M. et al. Análise de mobilidade, força e potência muscular de membros inferiores em atletas de futsal sub-20. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 13, n. 3, 16 nov. 2021;

DANTAS, Glauko André de Figueiredo. Efeitos da crioterapia nos marcadores do dano muscular após corrida de 10 km: ensaio clínico randomizado e cego. 2017. 66f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017;

DRUM SN. et al.. Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit® compared to an ACSM based training session. **J Sports Med Phys Fitness**. 2017;57(5):604–9;

DUPUY O. et al. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. **Front Physiol**; 2018 Apr 26; 9:403;

FONSECA LB. et al. Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. **J Athl Train**. 2016 Jul;51(7):540-9;

GREGSON W. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. **Am J Sports Med**. 2011 Jun;39(6):1316-23;

GUIRRO, R., ABIB, C., & MÁXIMO, C. (1999). Os Efeitos Fisiológicos da Crioterapia: uma Revisão. **Fisioterapia E Pesquisa**, 6(2), 164-170;

HELGERUD J et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Med Sci Sports Exerc**. 2001 Nov;33(11):1925-31;

IMPELLIZZERI FM, RAMPININI E, MARCORA SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **J Sports Sci**. 2005 Jun;23(6):583-92;

JENTJENS R, JEUKENDRUP A. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. **Sports Med**. 2003;33(2):117-44;

Machado AF. et al. Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sport Med**. 2016;46(4):503–14;

PASTRE, C. M. et al. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**.2009, v. 15, n. 2;

PEIFFER JJ. et al. Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter. **J Sci Med Sport**. 2009 Jan;12(1):91-6;

ROBERTS LA. et al. Effects of cold water immersion and active recovery on hemodynamics and recovery of muscle strength following resistance exercise. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. 2015;309(4):389-398;

ROCHA, L. S. et al. Eficácia da crioterapia e massagem desportiva na recuperação de atletas: uma revisão da literatura. **Revista Amazônia: Science & Health**, [s. l.], v. 7, ed. 3, p. 1-10, 1 out. 2019;

SABINO, J.C. et al. Crossfit e musculação: aspectos do condicionamento físico, psicológico e motivacional. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, Várzea Paulista, v.15, n.03, p.59-68, 2016. ISSN; 1981-4313;

SCHAUBEL HJ. The local use of ice after orthopedic procedures. **Am J Surg**. 1946 Nov;72(5):711-4;

SCHULZ KF, ALTMAN DG, MOHER D. CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **J Pharmacol Pharmacother**. 2010 Jul;1(2):100-7;

SMITH MM, SOMMER AJ, STARKOFF BE, DEVOR ST. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. **J Strength Cond Res**. 2013 Nov;27(11):3159-72;

SPENCER M, BISHOP D, DAWSON B, GOODMAN C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities:specific to field-based team sports. **Sports Med**. 2005;35(12):1025-44;

SPREY JWC. et al. An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. **Orthop J Sport Med** [Internet]. 2016;4(8):232596711666370;

TEE, J. C.; BOSCH, A. N.; LAMBERT, M. I. Metabolic consequences of exercise induced muscle damage. **Sports Medicine, Auckland**, v. 37, no. 10, p. 827-836, 2007;

TOMLIN DL, WENGER HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Med**. 2001;31(1):1-11;

TORRES R. et al. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. **Phys Ther Sport**. 2012;

WILCOCK IM, CRONIN JB, HING WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? **Sports Med**. 2006;36(9):747-65;

YEUNG SS. et al. Effects of Cold Water Immersion on Muscle Oxygenation During Repeated Bouts of Fatiguing Exercise: A Randomized Controlled Study. **Medicine**. 2016;95(1):2455.

