



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

Efeitos da crioterapia de corpo inteiro na recuperação da força muscular de indivíduos fisicamente ativos: Uma revisão da literatura

Charles Vannier
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
36850@ufp.edu.pt

Ricardo Cardoso
Escola superior de saúde - UFP
rcardoso@ufp.edu.pt

Porto, Fevereiro de 2020

Resumo

Objetivo: Avaliar os efeitos da utilização da crioterapia de corpo inteiro (CCI) na recuperação da força muscular de indivíduos fisicamente ativos. **Metodologia:** Pesquisa computadorizada foi realizada nas bases de dados *Pubmed/Medline*, *PEDro*, *Lilacs*, *Scielo*, *Web of Science* e *Cochrane Library* foi efetuada usando a combinação: (*whole body cryotherapy* OR *cryogenic chamber therapy* OR *cryotherapy* OR *cryostimulation*) AND (*delayed onset muscle soreness* OR *muscle damage* OR *muscle strenght* OR *maximum voluntary contraction* OR *DOMS*) de acordo com guias de PRISMA. Apenas estudos randomizados controlados foram incluídos do estudo. Estudos foram analisados usando a *Physiotherapy Evidence Database scoring scale* (PEDro). **Resultados:** Nesta revisão foram incluídos 5 artigos que cumpriram os critérios de elegibilidade com um total de 81 participantes e com média aritmética de 6/10 na escala de *PEDro*. Apesar de não haver consenso sobre os efeitos da CCI na recuperação da força muscular, foram encontrados resultados estatisticamente significativos em vários parâmetros de avaliação. **Conclusão:** Os resultados não são conclusivos sobre o facto da CCI promover uma melhor recuperação da força muscular de indivíduos fisicamente ativos, comparativamente com outras modalidades de crioterapia ou grupo placebo. **Palavras-chave:** crioterapia de corpo inteiro, terapia de câmara criogénica, dano muscular, força muscular, contração isométrica voluntária máxima.

Abstract

Objective: To evaluate the effects of using whole-body cryotherapy (WBC) on the recovery of muscle strength of physically active individuals. **Methodology:** Computerized research was performed in the databases *Pubmed/Medline*, *Science Direct*, *PEDro*, *Lilacs*, *Scielo*, *Web of Science* and *Cochrane Library* was performed using the combination: (*whole body cryotherapy* OR *cryogenic chamber therapy* OR *cryotherapy* OR *cryostimulation*) AND (*delayed onset muscle soreness* OR *muscle damage* OR *muscle strenght* OR *maximum voluntary contraction* OR *DOMS*) according to PRISMA guidelines. Only randomized controlled trials were included in the study. Studies were analyzed using the *Physiotherapy Evidence Database scoring scale* (PEDro). **Results:** In this review were included 5 articles that fulfilled the eligibility criteria with a total of 81 participants and obtained an arithmetic average of 6/10 on the *PEDro* scale. Although there is no consensus on the effects of WBC on muscle strength recovery, statistically significant results were found in several assessment parameters. **Conclusion:** The results are not conclusive about the fact that the ICC promotes a better recovery of the muscular strength of physically active individuals, compared to other types of cryotherapy or placebo group. **Keywords:** full body cryotherapy, cryogenic chamber therapy, muscle damage, muscle strength, maximum voluntary contraction.

Introdução

A crioterapia de corpo inteiro (CCI) é amplamente utilizada para aliviar sintomatologia de várias patologias, incluindo processos inflamatórios, dor, espasmos musculares e edema (Bettoni et al., 2013; Jastrzabek et al., 2013).

O exercício de alta intensidade está associado a stresses mecânicos e/ou metabólicos que levam à redução da capacidade de desempenho do músculo-esquelético, dor e inflamação (White e Wells, 2013). A aplicação de crioterapia após a atividade física, para prevenir ou para tratar o desconforto/dor muscular, é uma prática comum entre desportistas e fisioterapeutas (Bleakley et al., 2012). Existem muitas formas de crioterapia, as quais incluem CCI, imersão em água fria, aplicação de gelo ou compressas de gel frio, massagem com gelo, ou qualquer outra aplicação de frio para fins terapêuticos específicos (Meeusen e Lievens, 1986).

A manipulação de variáveis de treino (intensidade, modo, volume e frequência) influencia diretamente o estímulo de treino e a resposta adaptativa a longo prazo (Bird, Tarpenning e Marino, 2005), proporcionando um aumento das capacidades físicas e da *performance* do indivíduo. Segundo Yamauchi et al. (1981) a combinação de o frio e o exercício físico foram benéficos para os resultados clínicos dos tratamentos recebidos por pacientes com artrite reumatoide.

A CCI ganhou popularidade entre os atletas após a sua introdução inicial como tratamento anti-inflamatório em condições inflamatórias crônicas (Mila-Kierzenkowska, et al., 2013; Wozniak, et al., 2013). O interesse nessa terapia decorre de estudos que sugerem que a temperatura extrema nos leucócitos pode ampliar o efeito de terapias frias, como a imersão em água fria, levando ao encurtando o tempo de recuperação. Segundo Banfi et al. (2012), a CCI pode restringir a resposta inflamatória e acelerar a recuperação tanto da integridade estrutural quanto da funcionalidade do músculo após lesão muscular induzida pelo exercício. O uso de ar muito frio em especial, controlado câmaras, tem sido proposto para o tratamento de sintomatologia de várias patologias (Bouzigon, Grappe, Ravier e Dugue, 2016). Além de suas aplicações clínicas, uma breve exposição do corpo inteiro ao ar seco a temperaturas criogênicas inferiores a -110°C tornou-se amplamente popular nos indivíduos fisicamente ativos para melhorar a recuperação após lesões e para contrariar os sintomas inflamatórios resultantes do uso excessivo ou patologia (Furmanek et al., 2014).

A CCI é realizada em câmaras especiais, com a temperatura e humidade rigorosamente controladas envolvendo uma exposição única ou repetida. Os participantes devem estar minimamente vestidos (por exemplo, fato de banho, meias e com máscara cirúrgica para evitar a expiração direta do ar húmido), entram numa câmara do a -60°C, onde ficam cerca de 30 segundos de adaptação corporal e depois passam para uma câmara ou cabine especializada por dois a quatro minutos por exposição em -110°C até -195°C, dependendo de o sistema de arrefecimento (elétrico ou de azoto) (Wilson et al. 2018). É obrigatório remover qualquer suor antes de entrada para evitar o risco de queimadura e necrose da pele. O acesso só é permitido na presença de pessoal qualificado para controlar os procedimentos. Um paciente é livre para sair da câmara a qualquer momento (Wilson et al. 2018). As contraindicações para o uso da CCI são tensão arterial elevada não tratada, doenças cardiovasculares ou respiratórias, angina, doença oclusiva das artérias periféricas, trombose venosa, doenças do trato urinário, anemia grave, alergia ao frio, doença oncológica, infeções virais e bacterianas, síndrome de Raynaud e indivíduos com claustrofobia (Ferreira-Junior et al. 2014).

Segundo Rose et al. (2017), a dor muscular foi reduzida em 80% dos estudos após a CCI. Outros benefícios do tratamento com a CCI foram a redução da inflamação sistêmica e menores concentrações de marcadores para lesão das células musculares. Esses resultados sugerem que a CCI pode melhorar a recuperação de lesão muscular, com múltiplas exposições exibindo de forma mais consistente melhorias na recuperação de dor, perda da função muscular e marcadores de inflamação e lesão.

A CCI que é o termo mais comumente usado para definir a metodologia mas também a crio estimulação de corpo inteiro, que descreve melhor os efeitos da CCI na melhoria das respostas metabólicas e inflamatórias, bem como no aumento da recuperação de exercícios e lesões. Em contraste, o termo "crioterapia" refere-se a uma terapia real destinada a tratar sintomas dolorosos de condições inflamatórias ou traumáticas (Ferreira-Junior et al. 2014).

O principal objetivo deste estudo foi verificar os efeitos da CCI na recuperação da força muscular de indivíduos fisicamente ativos.

Metodologia

Esta revisão foi conduzida de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses statement* (PRISMA), que tem como objetivo melhorar os padrões de apresentação de revisões sistemáticas e meta-análises (Moher, Liberati, Tetzlaff e Altman, 2009). A pesquisa computadorizada foi realizada nas bases de dados *Pubmed/Medline*, *Lilacs*, *Scielo*, *Web of Science*, *Cochrane Library* e *PEDro* com o propósito de encontrar artigos publicados até dezembro de 2019, que verificassem os efeitos da CCI na recuperação da força muscular de indivíduos fisicamente ativos. A pesquisa foi realizada com a seguinte combinação de palavras-chave: (*whole body cryotherapy* OR *cryogenic chamber therapy* OR *cryotherapy* OR *cryostimulation*) AND (*delayed onset muscle soreness* OR *muscle damage* OR *muscle strength* OR *maximum voluntary contraction* OR *DOMS*) para as bases de dados *PubMed/Medline*, *Scielo*, *Lilacs* e *Cochrane Library*; *whole body cryotherapy/cryogenic chamber therapy/cryotherapy/cryostimulation/delayed onset muscle soreness/muscle damage/muscle strength/maximum voluntary contraction/DOMS* para a base de dados *PEDro*.

Esta amostra cumpriu critérios de inclusão e exclusão na recolha dos artigos. Critérios de inclusão: (1) Estudos randomizados controlados, (2) Estudos efetuados em humanos, (3) Publicados até 2019, (4) Escritos na língua inglesa, italiana, francesa, espanhola e portuguesa (5) Participantes fisicamente ativos, (6) possuir protocolo de exercícios indutor de dano muscular, (7) Utilização de crioterapia de corpo inteiro, (8), Avaliação da força muscular.

Critérios de exclusão: (1) Livros, (2) Estudos de caso, (3) Estudos Clínicos não Randomizados, (4) Participantes com patologia músculo-esquelética, (5) atletas.

Para determinar estes critérios, foi realizada uma leitura dos resumos/*abstract* e posteriormente, em caso de dúvidas, uma leitura do texto integral.

Após a seleção dos artigos que preenchiam os critérios de inclusão, foi avaliada a sua qualidade metodológica com recurso à *Physiotherapy Evidence Database scoring scale* (*PEDro*) (Maher et al., 2003).

Para esta revisão, foram retiradas informações quanto aos autores, o ano de publicação, o tamanho da amostra, o desenho do estudo, os métodos, parâmetros de avaliação e os resultados, que podem ser consultados na Tabela 1.

Resultados

Seleção dos artigos: A pesquisa bibliográfica identificou 903 artigos. Depois da remoção dos duplicados, 835 foram analisados através do título e do resumo, destes, 811 foram excluídos. O texto integral dos 26 restantes foi avaliado pelos critérios de elegibilidade e 21 acabaram por ser excluídos. As razões de exclusão estão enumeradas no fluxograma de PRISMA (Figura 1). Após a pesquisa foram selecionados 5 estudos que cumpriram todos os critérios de inclusão e exclusão. O resumo do conteúdo dos artigos está presente na Tabela 1.

Descrição dos estudos: O número total de pacientes destes cinco estudos é de 81, sendo 77 do sexo masculino e 4 do sexo feminino. As suas idades variam entre os 20 e os 41 anos.

Em termos de desenho de estudo, dois artigos são estudos randomizados controlados paralelos (Costello, Algar e Donnelly, 2012; Wilson et al., 2018) três são estudos randomizados *crossover* (Hauswirth et al., 2011 ; Fonda e Sarabon, 2013; Vieira et al., 2015).

O artigo Costello, Algar e Donnelly, (2012) possui dois grupos, em que o grupo experimental é comparado ao grupo controlo. O artigo Wilson et al., (2018) possui três grupos, em que dois grupos experimentais e um grupo placebo são comparados uns com os outros. Os artigos (Fonda e Sarabon, 2013; Vieira et al., 2015) possuem dois grupos, em que tem o grupo experimental e o grupo controlo. O artigo Hauswirth et al., (2011) possui 3 grupos, em que tem dois grupos experimentais e o grupo controlo.

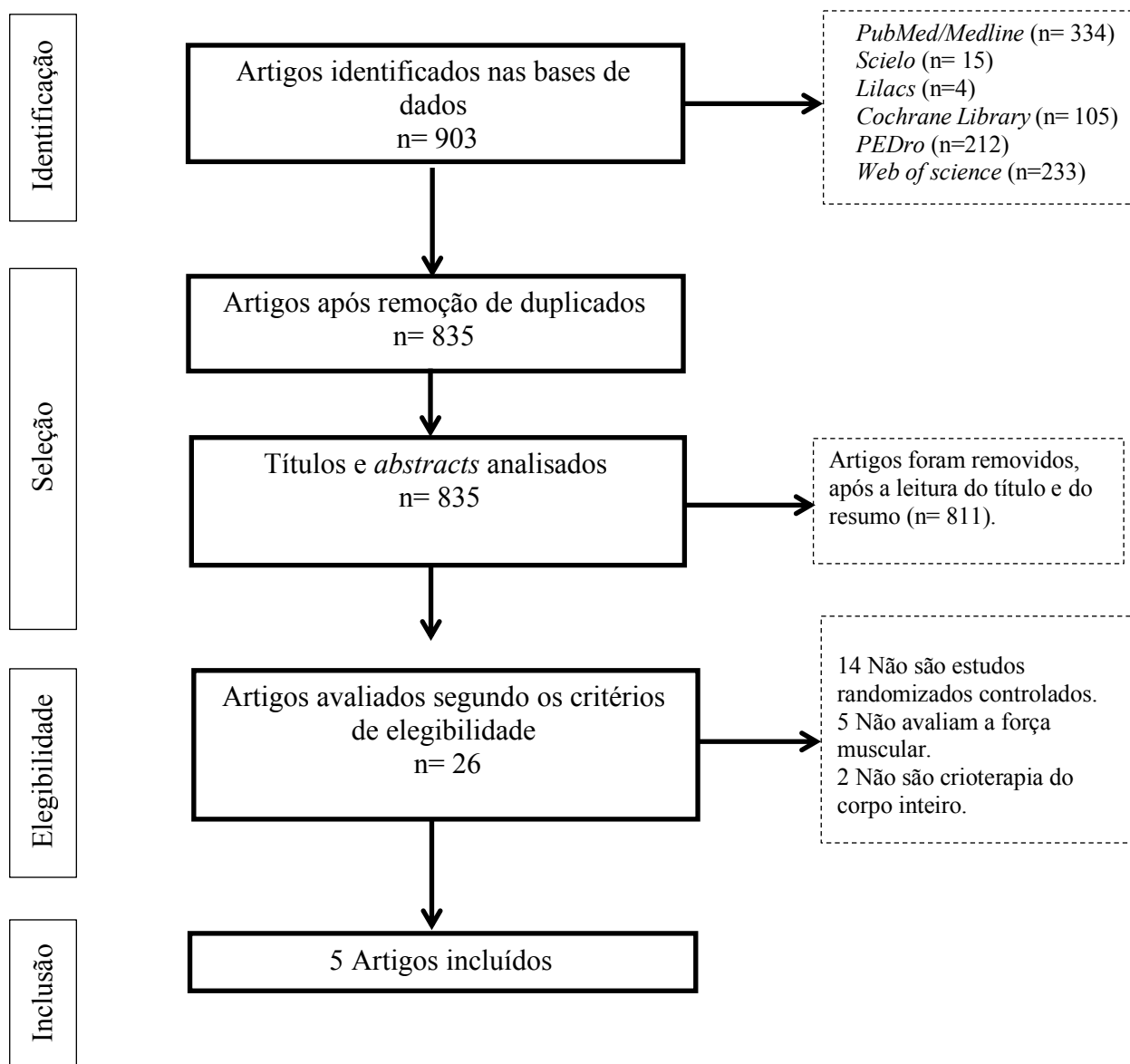


Figura 1- Diagrama de PRISMA dos artigos incluídos na revisão.

Tabela 1 – Sumário dos estudos incluídos.

Autores (ano)	Tamanho da amostra / Desenho de estudo	Método de Tratamento / período de tratamento e de avaliação	Protocolo de dano muscular	Parâmetros de Avaliação	Resultados
Hausswirth et al., (2011)	N = 9M; Idade: (31.8 ± 6.5 anos) / RCT – crossover	Duração: 48h após danos musculares. GE1: n= 9, 3 exposições (WBC com três quartos (-10, -60 e -110°C durante 3 minutos)(<i>Zimmer Elektromedizin, Germany</i>) GE2: n=9, (FIR 30 minutos de exposição à radiação de infravermelhos a distancia (<i>Inovo, IRL technology, Montpellier, France</i>), (4–14 mm, 45°C). GC: n=9, (sentado confortavelmente numa poltrona por 30 min em uma sala temperada (24°C)).	3 sessões separada de 3 semanas entre cada corrida com uma corrida de 48 minutos.	MVC <i>an isokinetic ergometer (Con-Trex Multi-Joint System, Dubendorf, Switzerland)</i> imediatamente depois, 1h, 24 h, 48 h.	GE1: MVC ↓ imediatamente depois a corrida (p<0.05); GC: MVC ↓ imediatamente depois a corrida; (p<0.05) GE2: MVC ↓ imediatamente depois a corrida; (p<0.05) GE1: MVC = 1h; GC: MVC ↓ 1h; (p<0.05) GE2: MVC ↓ 1h; (p<0.05) GE1: MVC ↓ ; 24h-48h GC: MVC ↓ ; 24h-48h GE2: MVC = ; 24h-48h MVC: GE1 > GE2 > GC
Costello, Algar e Donnelly, (2012)	N = 18; 14M e 4F / Idade GE: (20.8 ± 1.2 anos); Idade GC: (21.2 ± 2.1 anos) / RCT – paralelo	Duração: 96h após danos musculares. GE: n= 9; 7M e 2F, 2 sessões com 2h de separação entre ambas (após protocolo). (WBC os sujeitos entraram e permaneceram na primeira sala (- 60 ± 3°C) durante 20 segundos antes de entrar na segunda sala (- 110 ± 3°C) durante 3 minutos). GC: n= 9; 7M e 2F, (para o grupo de controlo, o sujeito seguiu os mesmos procedimentos que o grupo experimental, exceto que ambas as câmaras foram colocadas a uma temperatura de 15 ± 3°C durante 3 minutos).	1 sessão de 100 contrações excêntricas máxima dos extensores do joelho esquerdo, 20 series de 5 repetições) 1 minuto de repouso entre cada series. (<i>an isokinetic dynamometer Con-TrexMJ; CMVAG, Dubendorf, Switzerland</i>)	MVIC (<i>Tornvall Chair</i>) <i>Baseline</i> , imediatamente após a exposição, 24h, 48h, 72 h, 96h após dano muscular.	Imediatamente após: MVIC ↓ (p<0.05) 24h: intervenção WBC 48h: MVIC ↓ (p<0.05). 72h: MVIC ↓ (p<0.05). 96h: MVIC = GC=GE

Fonda e Sarabon, (2013)	N = 11M; Idade: (26.9 ± 3.8 anos) / RCT – crossover	Duração: 5 dias após danos musculares, troca de grupos após 10 semanas. GC: n= 5, (em repouso) GE: n= 6, 6 exposições (WBC) 3 min (de -140 até -195 °C) (<i>model Space Cabin; Criomed, Ltd, Kherson, Ukraine</i>)).	50 <i>drop jumps</i> (0,6m box); 50 <i>plyometric leg curls</i> ; 50 <i>eccentric leg curls</i> . 1 minuto de repouso entre cada series.	<i>Start power</i> (W/kg); <i>Max force</i> (N/kg); <i>Max power</i> (W/kg). Numa plataforma de força (<i>model 9260AA6, Kistler, Winterthur, Switzerland</i>). <i>Max torque</i> (N-m) <i>dynamometer bench</i> (<i>S2P Ltd, Ljubljana, Slovenia</i>) . 1, 24, 48, 72, 96 e 120 h após os exercícios.	GC: <i>Start power</i> ↓1h (p=0.055); ↓ 24h (p=0.057); = 48h; 72h; 96h; 120h. <i>Max force</i> = 1h; 24h; 48h; 72h; 96h; 120h. <i>Max power</i> ↓1h; 24h; 48h; 96h (p<0.05); = 72h; 120h. <i>Max torque</i> ↓1h; 24h; 48h; 72h; 96h (p<0.05); = 120h GE: <i>Start power</i> =1h; 24h; 48h; 72h; 96h; 120h. <i>Max force</i> = 1h; 24h; 48h; 72h; 96h; ↓ 120h (p<0.05). <i>Max power</i> = 1h; 24h; 48h; 72h; 96h; 120h. <i>Max torque</i> = 1h; 24h; 48h; 72h; 96h; 120h. <i>Start power</i> GE>GC (p=0.011) 1h <i>Max force</i> GE=GC <i>Max power</i> GE=GC <i>Max torque</i> GC=GE
Vieira et al, (2015)	N= 12M; Idade (23.9 ± 5.9 anos) / RCT – crossover	Duração: 30 minutos após danos musculares. GE: n= 12, 1 sessão (WBC -110°C durante 3 minutos (<i>Kryos Tecnologia, Brasília, Brazil</i>)) e depois sentar durante os restantes 27 minutos). GC: n= 12, (em repouso, no <i>criochamber</i> durante 30 minutos a 21°C).	2 sessões separadas de 7 dias com 6 series de 10 repetições, (120 contrações máximas dos extensores do joelho direito), 2 minuto de repouso entre cada series. <i>Biodex System 3 Isokinetic Dynamometer</i>	Força de potencia durante o salto vertical. Os três saltos com 1 minuto de repouso entre cada salto. (foram medidos em um <i>AMTI force plate</i> (<i>model BP400600-HF-2000; Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA, USA</i>), amostragem a 1000 Hz, e armazenada em um computador.	FP: ↓ GE; GC (p<0.05) GE=GC

			(Biodex Medical, Inc., Shirley, NY, USA)	Baseline, 30min após o protocolo de exercícios.	
Wilson et al., (2018)	N = 31M; Idade GE: (37.7 ± 8.9 anos); Idade GC: (41.3 ± 7.6 anos); Idade GP: (40.6 ± 7.2 anos) / RCT – paralelo	Duração: 48h após danos musculares. GE1: n= 11, (CWI, o banho de gelo cheio de água refrigerada a 8 graus (± 0,5°) durante 10 min. O banho de gelo foi conectado a uma unidade de resfriamento (MiCool, iCool, Cranlea, UK)). GE2: n= 10, (o grupo WBC foi exposto a dois tratamentos a frio numa câmara de crioterapia (CryoClinics, Londres, Reino Unido), 2 sessões 3 minutos na câmara regulada para - 85 °C ± 5 °C, seguido de um período de aquecimento de 15 minutos numa sala ambiente antes de entrar na câmara por mais 4 minutos a - 85 °C ± 5 °C). GC : n= 10, (sumo de cereja durante 5 dias antes da corrida, no dia da corrida e durante 2 dias depois (8 dias no total). Os participantes consumiram 2 × 30 ml por dia da marca Tart Montmorency cherry juice).	Os participantes completaram a maratona no Norte de Londres.	Peak torque e MVIC (medido no membro dominante usando um dinamômetro isocinético (Biodex 3, Biodex Medical Systems, Shirley, NY, EUA)). Baseline, 24h, 48h após maratona.	Peak torque: 24h e 48h GP: ↓Peak torque (p<0.05) GE1: ↓Peak torque (p<0.05) GE2: ↓Peak torque (p<0.05) GP = GE1 GE2 < GE1 GE2 < GP MVIC : 24h e 48h GP: = MVIC GE1: = MVIC GE2: ↓ MVIC (p<0.05) GP = GE1 GE2 < GE1 GE2 < GP

Abreviaturas: **CWI:** Cold Water Immersion; **F:** Feminino; **FIR:** Far Infrared; **FP:** Força de potencia; **GC:** Grupo Controllo; **GE:** Grupo Experimental; **GP:** Grupo Placebo; **M:** Masculino; **MVC:** Maximal Voluntary Contractions; **MVIC:** Maximal Voluntary Isometric Contraction; **N:** tamanho da amostra; **RCT:** Randomized Controlled Trial; **WBC:** Whole Wody Cryotherapy.

Os cinco estudos (Hauswirth et al., 2011; Costello, Algar e Donnelly, 2012; Fonda e Sarabon, 2013 ; Vieira et al., 2015 ; Wilson et al., 2018) têm um grupo experimental com CCI no entanto o estudo de Wilson et al., (2018) tem dois grupos experimentais, um grupo com CCI e um outro com *cold water immersion* (CWI) No estudo de Wilson et al., (2018) um grupo experimental utilizou CCI durante 3 minutos a -85°C seguida de um reaquecimento de 15 minutos para terminar com 4 minutos a -85°C e o outro grupo experimental usou CWI a 8°C durante 10 minutos. O mesmo estudo tem um grupo controlo que bebe um sumo de cereja 5 dias antes o maratona de Londres, no dia da corrida e 2 dias após, efetuando também a reavaliação. A aplicação de tratamento/controlo decorreu 15 minutos após maratona. Relativamente aos parâmetros de avaliação foram o *Peak torque* e *Maximal Voluntary Isometric Contraction* (MVIC) 24h e 48h após maratona com um dinamómetro isocinético (*Biodex 3*).

No estudo de Vieira et al., (2015), o grupo experimental usou a CCI a -110°C durante 3 minutos, seguida de 27 minutos sentado e o grupo controlo 30 minutos de repouso a 21°C . O protocolo de dano muscular consiste em 2 sessões separada de 7 dias com 6 series de 10 repetições de contração maximal dos extensores do joelho direito com 2 minutos de repouso entre cada série. Relativamente ao parâmetro de avaliação foi a força (potência) durante o salto vertical. Os três saltos, com 1 minuto de repouso entre cada, foram avaliados numa plataforma de força a 1000 Hz, e armazenada em um computador, 30 minutos após dano muscular.

No estudo de Fonda e Sarabon, (2013), o grupo experimental usou a CCI entre -140°C e 195°C durante 3 minutos e o grupo controlo em repouso. O protocolo de dano muscular consiste em 50 *drop jumps* sobre uma caixa de 0.6 metros, 50 *plyometric leg curls* e 50 *eccentric leg curls*, com 1 minutos de repouso entre cada série. Relativamente aos parâmetros de avaliação foram *start power*, *max force*, *max power* numa plataforma de força e o max torque com banco dinamométrico, avaliação foi feita sobre 5 dias (1h; 24h; 48h; 72h; 96h e 120h) após dano muscular e o grupo controlo e experimental mudou após 10 semanas.

No estudo de Hauswirth et al., (2011), um grupo experimental usou a CCI durante 3 minutos com 3 temperaturas (-10°C ; -60°C ; -110°C), outro grupo experimental efetuou exposição à radiação de infravermelhos à distância a 45°C durante 30 minutos e um grupo controlo sentado numa sala a 24°C durante 30 minutos. O protocolo de dano muscular consiste numa corrida tipo “*trail*” numa passadeira durante 48 minutos. Os participantes passaram pelo três grupos, sendo que o tempo de intervalo entre cada grupo foi de 3 semanas (*crossover*). Relativamente aos parâmetros de avaliação foram MVC imediatamente após, 1h, 24h e 48h com um isocinético.

No estudo de Costello, Algar e Donnelly, (2012), o grupo experimental usou CCI a -60°C durante 20 segundos e -110°C durante 3 minutos e o grupo controlo seguiu os mesmos procedimentos que o grupo experimental, exceto que ambas as câmaras foram colocadas a uma temperatura de 15°C durante 3 minutos. O protocolo de dano muscular consiste em 1 sessão de 100 contrações excêntricas máxima dos extensores do joelho esquerdo com 20 séries de 5 repetições e 1 minuto de repouso entre cada série com um dinamômetro isocinético. Relativamente aos parâmetros de avaliação foram MVIC imediatamente após exposição e 24h, 72h e 96h após dano muscular com “*Torval Chair*”.

Qualidade metodológica: A média da classificação metodológica destes cinco artigos é de 6/10 na escala de *PEDro*. Todos os estudos apresentaram uma pontuação superior ou igual a 4/10 na escala de classificação *PEDro* (Tabela 2).

Tabela 2 - Qualidade metodológica de acordo com a escala *PEDro*.

Autor (ano)	Crítérios presentes	Pontuação na escala de classificação <i>PEDro</i>
Hauswirth et al., (2011)	2, 3, 4, 10,11	5/10
Costello, Algar e Donnelly, (2012)	2, 3, 4, 8, 9, 10,11	8/10
Fonda e Sarabon, (2013)	2,3, 4, 5, 6,10, 11	7/10
Vieira et al., (2015)	2, 4, 7, 8, 10, 11	6/10
Wilson et al., (2018)	2, 4, 10, 11	4/10

Discussão

O objetivo da presente revisão foi verificar os efeitos da CCI na recuperação da força muscular dos indivíduos fisicamente ativos.

Dos cinco artigos incluídos nesta revisão, dois deles demonstram os efeitos da CCI na recuperação da força muscular (Hauswirth et al., 2011 ; Fonda e Sarabon, 2013), um refere os efeitos da CCI sobre a recuperação da força muscular após contrações musculares excêntricas (Costello, Algar e Donnelly, 2012), um os efeitos da CCI sobre a recuperação da força (potência) dum salto vertical após dano muscular (Vieira et al., 2015), um os efeitos da CCI e CWI sobre a recuperação após maratona (Wilson et al., 2018).

No estudo de Hauswirth et al., (2011), compararam a CCI com a recuperação passiva e infravermelho na aceleração da recuperação muscular dentro das 48 horas após um protocolo de corrida projetado para induzir dano muscular. Os resultados desse estudo sugeriram maior força muscular após a sessão da CCI (após uma hora) em comparação com infravermelhos que demoraram 24 horas para sua recuperação e não foram alcançados pelo grupo de controlo (passiva). Diminuição significativa na MVIC imediatamente após a corrida, independentemente dos grupos, sem diferenças entre eles ($p < 0.005$). A CCI foi a melhor das três modalidades. Já no estudo de Fonda e Sarabon, (2013), não houve diferença significativa entre o grupo de controlo e o grupo experimental de produção de torque máximo, *Max Force* e *Max Power*. No *Star power* houve diferença significativa entre o grupo controlo e o grupo experimental uma hora após o exercício de dano muscular ($p = 0.011$). Com resultados similares, ao estudo anterior, na investigação de Costello, Algar e Donnelly, (2012), verificou-se que a CCI é ineficaz para melhorar a recuperação da força muscular, dado que após 100 extensões excêntricas do joelho a uma velocidade de $90^\circ/s$, a CCI não ajudou na recuperação da força do joelho quando foi administrado 24 horas após o exercício excêntrico.

No estudo de Vieira et al., (2015), não houve diferença significativa entre o grupo experimental e o grupo controlo. A CCI não melhora a recuperação da função muscular em períodos muito curtos (30 minutos) após exercício concêntrico excêntrico de alta intensidade. A força de potência diminuiu no grupo controlo e no grupo experimental ($p < 0.005$).

No estudo de Wilson et al., (2018), a CCI demonstrou resultados significativamente inferiores no MVIC e *Peak torque* em todos os momentos (24h; 48h) em comparação com o CWI e grupo placebo. Dada a tendência para o uso crescente de CCI e apesar dos resultados controversos da CCI e da CWI, é pertinente fazer comparações diretas entre as duas modalidades para investigar

se um método pode oferecer vantagens em relação ao outro. Relativamente à Partial-body cryotherapy (PBC), no estudo de Ferreira-Junior et al. (2014a), verificou-se que o PBC entre sessões de treino pode melhorar a recuperação do desempenho muscular excêntrico após uma sessão de exercício de alta intensidade. Em contraste, a recuperação muscular concêntrica entre treinos de alta intensidade não foi comprovada pelo PBC. Na investigação de Ferreira-Junior et al. (2014b), uma única sessão de PBC resultou numa recuperação mais rápida da força muscular e aliviou a dor 72 h após o exercício de dano muscular.

Apesar de um conjunto crescente de literatura, ainda há relativamente poucos estudos que comparem diretamente a CCI e a CWI (Abaídia et al. 2016; Mawhinney et al. 2017). Apesar de um número crescente de estudos sobre os efeitos da CCI no corpo humano, poucos estudos investigaram a eficácia da CCI na recuperação do desempenho muscular (Ziemann et al., 2008).

A presente revisão bibliográfica foi realizada de acordo com as normas do PRISMA (Maher et al., 2003). Encontraram-se 5 estudos randomizados controlados que cumprem os critérios de elegibilidade.

Os estudos apresentam falhas metodológicas relativamente à escala *PEDro*. De facto, nenhum dos estudos satisfaz os critérios da escala de *PEDro* relativo à cegueira dos participantes, dos fisioterapeutas que fazem a intervenção e dos avaliadores. Contudo a pontuação da qualidade metodológica média para os cinco artigos incluídos nesta revisão bibliográfica foi de 6/10 pontos, representando uma qualidade moderada.

Nas limitações dos estudos, a maior parte dos estudos tiveram amostras pequenas (Hauswirth et al., 2011; Costello, Algar e Donnelly, 2012; Fonda e Sarabon, 2013; Vieira et al., 2015) o que não garante uma maior precisão dos estudos. A maioria deles teve um período de intervenção curto, com a exceção de um estudo que decorreu durante 5 dias (Fonda e Sarabon, 2013). Uma possível limitação do estudo de Vieira et al., (2015) foi que apenas a perna direita foi treinada e ambas as pernas foram usadas para o teste de salto.

Sugere-se então a realização estudos randomizados controlado com mais grupos (experimental, controlo e placebo), com amostras e duração do período de intervenção maiores, bem como com *follow-ups* a curto e a longo prazo. Sugere-se também estudos em atletas, com participantes do género feminino (comparar os efeitos relativamente ao género masculino) bem como a investigação da CCI na prevenção de lesões musculares em atletas.

Conclusão

Após este estudo e tendo em conta o objetivo proposto, os resultados do presente estudo não oferecem suporte conclusivo para o uso da CCI como técnica para melhorar a recuperação da força muscular após dano muscular. A CCI requer mais pesquisas para ser aceite como uma modalidade de recuperação eficaz. É necessária mais investigação para que os investigadores possam compreender melhor as circunstâncias em que o tratamento é ou não eficaz.

Em suma, é de grande importância dar continuidade aos estudos, aprofundando conhecimentos, de modo a torná-los cada vez mais consistentes.

Bibliografia

Abaïdia, A. E., Lamblin, J., Delecroix, B., Leduc, C., McCall, A., Nédélec, M., Dawson, B., Baquet, G. e Dupont, G. (2017). Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage: Cold-Water Immersion Versus Whole-Body Cryotherapy. *International journal of sports physiology and performance*, 12(3), 402-409.

Banfí, G., Lombardi, G., Colombini, A., e Melegati, G. (2010). Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports medicine*, 40(6), 509-517.

Bettoni, L., Bonomi, F. G., Zani, V., Manisco, L., Indelicato, A., Lanteri, P., Banfí G., e Lombardi, G. (2013). Effects of 15 consecutive cryotherapy sessions on the clinical output of fibromyalgic patients. *Clinical rheumatology*, 32(9), 1337-1345.

Bird, S. P., Tarpinning, K. M., e Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine*, 35(10), 841-851.

Bleakley, C., McDonough, S., Gardner, E., Baxter, G. D., Hopkins, J. T., e Davison, G. W. (2012). Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2).

Bouzigon, R., Grappe, F., Ravier, G. e Dugue, B. (2016). Whole-and partial-body cryostimulation/cryotherapy: current technologies and practical applications. *Journal of thermal biology*, 61, 67-81.

Costello, J.T., Algar, L.A., e Donnelly, A.E. (2012). Effects of whole-body cryotherapy (-110 C) on proprioception and indices of muscle damage. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(2), 190-198.

- Ferreira-Junior, J.B., Vieira, C. A., Soares, S. R. S., Guedes, R., Junior, V. R.; Simoes, H. G., Brown, H. G., e Bottaro, M. (2014). Effects of a Single Whole Body Cryotherapy (-110°C) Bout on Neuromuscular Performance of the Elbow Flexors during Isokinetic Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 35(14), 1179-1183.
- Ferreira-Junior, J. B., Bottaro, M., Vieira, C. A., Soares, S. R. S., Vieira, A., Cleto, V. A., Cadore, E. L., Coelho, D. B., Simoes, H. G., e Brown, L. E. (2014). Effects of partial-body cryotherapy (- 110 C) on muscle recovery between high-intensity exercise bouts. *International journal of sports medicine*, 35(14), 1155-1160.
- Fonda, B., e Sarabon, N. (2013). Effects of whole-body cryotherapy on recovery after hamstring damaging exercise: A crossover study. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 23(5), e270-e278.
- Fonseca, L. B., Brito, C. J., Silva, R. J. S., Silva-Grigoletto, M. E., da Silva, W. M., e Franchini, E. (2016). Use of cold-water immersion to reduce muscle damage and delayed-onset muscle soreness and preserve muscle power in jiu-jitsu athletes. *Journal of athletic training*, 51(7), 540-549.
- Furmanek, M. P., Słomka, K., e Juras, G. (2014). The effects of cryotherapy on proprioception system. *BioMed research international*, 2014.
- Hauswirth, C., Louis, J., Bieuzen, F., Pournot, H., Fournier, J., Filliard, J. R., e Brisswalter, J. (2011). Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PloS one*, 6(12).
- Jastrzabek, R., Straburzyńska-Lupa, A., Rutkowski, R., e Romanowski, W. (2013). Effects of different local cryotherapies on systemic levels of TNF- α , IL-6, and clinical parameters in active rheumatoid arthritis. *Rheumatology international*, 33(8), 2053-2060.
- Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W., e Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 233-240.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., e Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.
- Mawhinney, C., Low, D. A., Jones, H., Green, D. J., Costello, J. T., e Gregson, W. (2017). Cold-Water Mediates Greater Reductions in Limb Blood Flow than Whole Body Cryotherapy. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 49(6),1252-1260.
- Meeusen, R., e Lievens, P. (1986). The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports medicine*, 3(6), 398-414.
- Mila-Kierzenkowska, C., Jurecka, A., Woźniak, A., Szpinda, M., Augustyńska, B., e Woźniak, B. (2013). The effect of submaximal exercise preceded by single whole-body cryotherapy on the markers of oxidative stress and inflammation in blood of volleyball players. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 1-11.

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., e Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269.
- Rose, C., Edwards, K. M., Siegler, J., Graham, K., e Caillaud, C. (2017). Whole-body cryotherapy as a recovery technique after exercise: a review of the literature. *International journal of sports medicine*, 38(14), 1049-1060.
- Vieira, A., Bottaro, M., Ferreira-Junior, J. B., Vieira, C., Cleto, V. A., Cadore, E. L., Simões, H. G., e Brown, L. E. (2015). Does whole-body cryotherapy improve vertical jump recovery following a high-intensity exercise bout?. *Open access journal of sports medicine*, 6, 49-54.
- Wilson, L. J., Cockburn, E., Paice, K., Sinclair, S., Faki, T., Hills, F. A., e Dimitriou, L. (2018). Recovery following a marathon: a comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *European journal of applied physiology*, 118(1), 153-163.
- White, G. E., e Wells, G. D. (2013). Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. *Extreme physiology and medicine*, 2(1), 26.
- Wozniak, A., Mila-Kierzenkowska, C., Szpinda, M., Chwalbinska-Moneta, J., Augustynska, B., e Jurecka, A. (2013). Whole-body cryostimulation and oxidative stress in rowers: the preliminary results. *Archives of medical science: AMS*, 9(2), 303.
- Yamauchi, T., Nogami, S., & Miura, K. (1981). Various applications of extreme cryotherapy and strenuous exercise program—focusing on chronic rheumatoid arthritis. *Physiotherapy Rehabilitation*, 5, 35-39.
- Ziemann, E., Olek, R. A., Kujach, S., Grzywacz, T., Antosiewicz, J., Garsztka, T., e Laskowski, R. (2012). Five-day whole-body cryostimulation, blood inflammatory markers, and performance in high-ranking professional tennis players. *Journal of Athletic Training*, 47(6), 664-672.