



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

Ano letivo 2017/2018

4º Ano

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Efeito da “*Whole-Body Cryotherapy*” na recuperação física
pós exercício - Revisão de Bibliografia**

João Paulo Fonseca Baptista
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
31381@ufp.edu.pt

Andrea Ribeiro
Doutorada em Ciências da Motricidade- Fisioterapia
Docente da Escola Superior de Saúde – UFP
andrear@ufp.edu.pt

Porto, 2018

Resumo

Objetivo: esta revisão da literatura teve como foco perceber de que forma e em que variáveis, o uso da *whole-body cryotherapy* (WBC) pode ter impacto na recuperação física após o exercício.

Metodologia: foi realizada uma pesquisa computadorizada nas bases de dados *PubMed* e *Science Direct*, utilizando as palavras-chave: “*whole-body cryotherapy*” OR “*whole-body cryostimulation*” AND “*recovery*”. Os critérios de inclusão foram: estudos randomizados controlados, publicados na língua inglesa, que falassem só na WBC, que incluíssem atletas e não atletas. Como critérios de exclusão foram utilizados: artigos focados marcadores inflamatórios e artigos que não contemplassem variáveis relacionadas com fisioterapia.

Resultados: foram incluídos 7 estudos randomizados controlados. Os artigos incluídos apresentaram uma média 6,43 de na escala PEDro. Dos artigos analisados, os 7 abordaram o impacto da WBC na performance desportiva bem como nas sensações subjetivas, 4 abordaram também o impacto da técnica sobre a creatina quinase e apenas 1 avaliou o impacto sobre a qualidade do sono.

Conclusão: podemos concluir que a WBC poderá ter lugar como modalidade de recuperação física no âmbito do exercício. No entanto, pelo facto dos estudos sobre esta recente modalidade não serem consensuais, maior investigação será necessária.

Palavras-Chave: *whole-body cryotherapy*, *whole-body cryostimulation*, recuperação

Abstract

Objective: This review of the literature aimed to understand how and in what variables, the use of *whole-body cryotherapy* could impact physical recovery after exercise. **Methodology:** A computerized search was performed based on *PubMed* and *Science Direct* databases, using the keywords: “*whole-body cryotherapy*” OR “*whole-body cryostimulation*” AND “*recovery*”. The inclusion criteria were: randomized control trials, published in the English language, highlighting only WBC, that involved athletes or non-athletes. The exclusion criteria were studies focused on inflammatory markers and studies that didn't approach physiotherapy related variables. **Results:** 7 randomized control trials were included. The articles had an average of 6,43 on the PEDro scale. All 7 articles analyzed assessed sport performance and subjective sensations, 4 also assessed the impact of WBC on creatine kinase and only 1 assessed the impact of the technique on sleep quality. **Conclusion:** We can conclude that WBC could have a place as a recovery modality regarding exercise. However, because not all trials were consensual, more investigation on the matter is necessary.

Keywords: *whole-body cryotherapy*, *whole-body cryostimulation*, recovery.

1. Introdução

O treino intenso pode induzir dano muscular e subsequente inflamação. Desta forma, um indivíduo poderá sentir dor muscular, perda de função e edema como consequência do esforço realizado (Bouzigon, Grappe, Ravier e Dugue, 2016). Esta sensação de dor ou desconforto muscular pós treino recebe o nome de “Sensação Retardada de Dor Muscular” (SRDM), e é causada por um desequilíbrio na homeostase celular provocado pelo exercício intenso (Pournot et al., 2011). Desta forma, é fulcral dar máxima atenção ao período de recuperação.

Para tal, várias estratégias são utilizadas nos dias de hoje para colmatar esta sensação de cansaço físico e para promover uma recuperação física efetiva e eficaz. Entre elas salientam-se: suplementação nutricional, massagem pós exercício, equipamento compressivo (ex: ligadura de compressão) e termoterapia (frio ou calor) (Jakeman, Byrne e Easton, 2010; Gauche et al., 2006; Weerapong, Hume e Kolt, 2005 e Peiffer et al., 2009).

A crioterapia (terapia através do frio) é indicada para inúmeras situações como combate de inflamações locais, redução de espasmos musculares, redução da dor e redução de edemas (Bettoni et al., 2013 e Jastrzabek et al., 2013 *cit. in* Lombardi, Ziemann e Banfi, 2017). É, também, por isto bastante utilizada no âmbito do exercício de forma recuperar fisicamente os atletas. Várias modalidades de crioterapia são utilizadas nesta área, tais como: imersão em água gelada, massagem com gelo, bebidas geladas ou aplicação de gelo localizada. Um método que tem vindo a ser introduzido na área desportiva entre outras é a “*whole-body cryotherapy*” (WBC) ou “*partial-body cryotherapy*” (PBC) (Banfi, Lombardi, Colombini e Melegati, 2010). Esta técnica de tratamento é relativamente recente. Antes de 2010 existiam aproximadamente 30 estudos sobre o tema. No entanto, desde essa altura e de acordo com Bouzigon, Grappe, Ravier e Dugue (2016) foram já publicados mais de 100 artigos integrando a técnica em vários âmbitos.

Tanto a WBC como a PBC são dois métodos de crioterapia que expõem os sujeitos a temperaturas extremamente baixas por um curto período de tempo, fazendo uso de câmaras ou cabines especializadas para tal (Bouzigon, Grappe, Ravier e Dugue, 2016).

As diferenças entre as duas técnicas mencionadas são que, enquanto na WBC é necessário um compartimento fixo (câmara), a cabine utilizada para a PBC é móvel. Para além disto, na WBC tal como o termo indica, todo o corpo do paciente é sujeito a

temperaturas negativas enquanto que na PBC a cabeça do paciente fica fora da cabine (Hausswirth et al., 2013).

Para se realizar uma sessão de tratamento é solicitado ao paciente que vista uns calções de banho curtos, meias, chinelos, gorro e uma máscara cirúrgica (de forma a evitar inalação direta do ar gelado). É fulcral limpar bem o corpo, removendo o suor antes de entrar na cabine para evitar qualquer tipo de queimadura (Lombardi, Ziemann e Banfi, 2017). De seguida, o sujeito entra na cabine a uma temperatura de -60° onde permanece 30s (como forma de habituação do corpo à temperatura) e, posteriormente, a temperatura desce até aos $-110^{\circ}/140^{\circ}$. O paciente permanece dentro da cabine (3 minutos no máximo), podendo sair a qualquer momento se tal for necessário (Lombardi, Ziemann e Banfi, 2017). Apesar de ainda não haver um protocolo considerado ideal, este é na maior parte das vezes o utilizado.

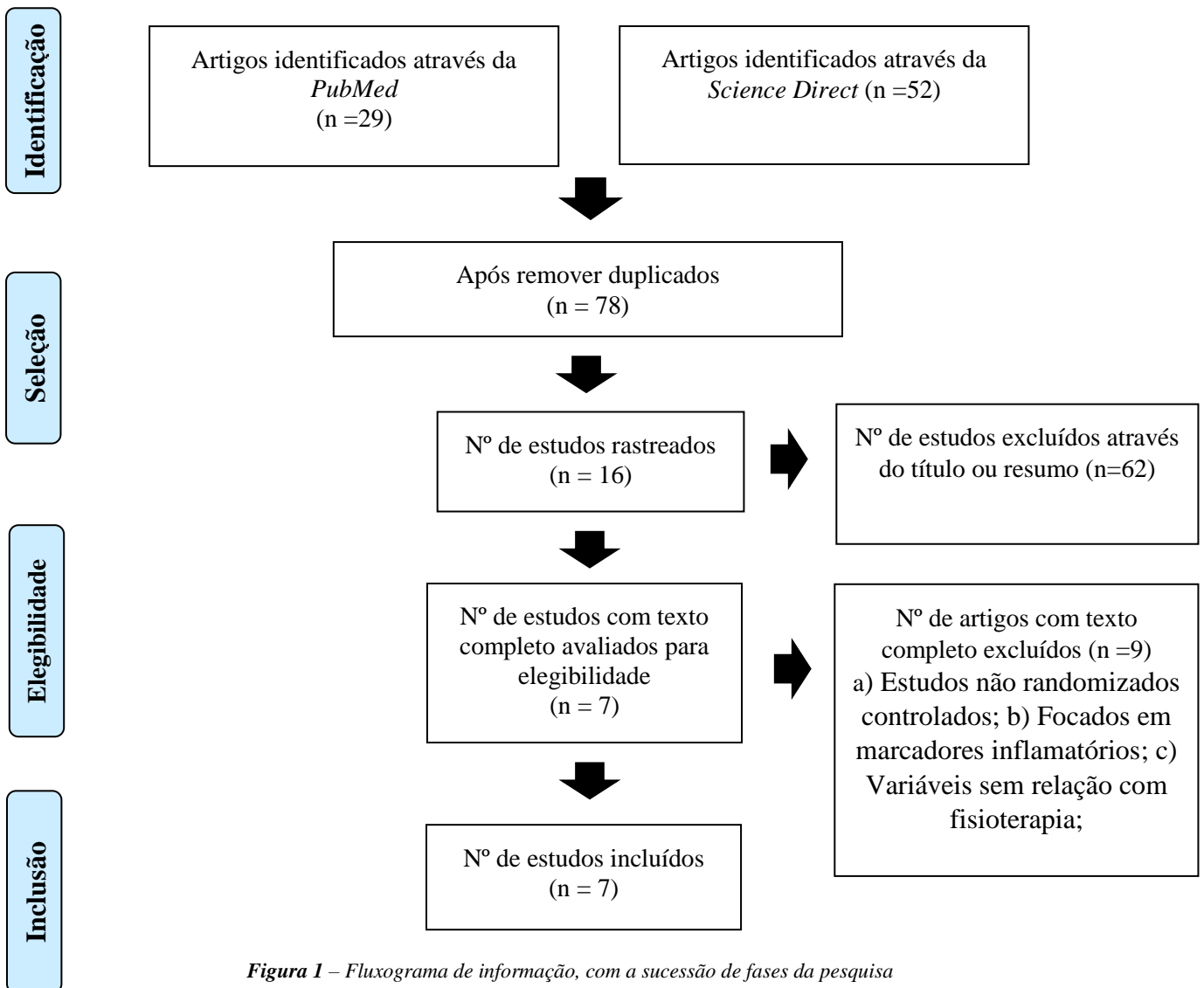
Apesar de não ser claro o mecanismo de ação deste tipo de terapia, Cheung, Hume e Maxwell (2003) admitem que quando utilizadas modalidades de crioterapia, a grande diminuição da temperatura ao nível dos tecidos estimula os recetores cutâneos que por sua vez excitam as fibras adrenérgicas simpáticas, causando constrição local das vénulas e arteríolas. Este processo leva a uma diminuição do metabolismo atenuando a resposta inflamatória.

Tal como qualquer técnica de tratamento, a WBC tem algumas contra-indicações, como por exemplo: intolerância ao frio, crioglobulinemia, doença de Raynaud, hipotiroidismo, patologias respiratórias agudas, doenças cardiovasculares, lesões cutâneas e claustrofobia. Contudo, quando realizado em condições apropriadas e controladas é um procedimento seguro (Lombardi, Ziemann e Banfi, 2017).

Posto isto, esta revisão teve como objetivo perceber a influência que uma ou mais sessões de WBC tem quando utilizada como modalidade de recuperação após exercício físico, seja a nível fisiológico ou a nível psicológico.

2. Metodologia

Para a realização da presente revisão a pesquisa foi realizada nas bases de dados *PubMed* e *Science Direct*. Para tal as palavras-chave utilizadas foram: *whole-body cryotherapy*, *whole-body cryostimulation*, *recovery*, sendo a combinação utilizada: (“*whole-body cryotherapy*” OR “*whole-body cryostimulation*”) AND “*recovery*”. A estratégia de pesquisa seguiu o *PRISMA flow diagram*.



Como **critérios de inclusão** definimos: estudos randomizados controlados e ensaios clínicos, publicados na língua inglesa, que falem só na WBC, que incluam atletas e não atletas. Por outro lado, como **critérios de exclusão** definimos artigos focados marcadores inflamatórios, artigos que não contemplassem variáveis relacionadas com Fisioterapia.

3. Resultados

Foram encontrados 81 artigos, dos quais apenas 7 estudos randomizados controlados foram analisados, respeitando os critérios de inclusão e exclusão. Todos os estudos são do tipo *crossover* sendo que as amostras variam entre 9 e 18 sujeitos. Destes estudos uns utilizaram como amostra sujeitos saudáveis não praticantes de qualquer modalidade e outros, um grupo de atletas de alta competição.

Os artigos foram publicados entre 2011 e 2017.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos na presente revisão foi avaliada através da escala *PEDro* (*Physiotherapy Evidence Database Scoring Scale*), tendo os artigos incluídos apresentado uma classificação média de 6,43.

Tabela 1 – Classificação metodológica dos artigos através da escala *PEDro*;

Estudos	Itens											total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Fonda e Sarabon, (2013)</i>	(X)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	7/10
<i>Abaidia et al., (2017)</i>	(X)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	7/10
<i>Costello, Algar e Donnelly, (2012)</i>	(X)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	7/10
<i>Hausswirth et al. (2011)</i>	(X)	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	4/10
<i>Schaal et al. (2014)</i>	(X)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	7/10
<i>Kurger et al. (2015)</i>	(X)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	7/10
<i>Russell et al. (2017)</i>	(X)	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	6/10

Nota: x – critério encontrado, () – Item de critérios de elegibilidade não contribui para pontuação total;

Tabela 2 - Descrição dos artigos selecionados;

Autor/Data Tipo de estudo	Amostra	Objetivo de estudo	Protocolo	Instrumentos de avaliação	Resultado
<p>Fonda e Sarabon (2013)</p>	<p>N=11 Género: Masculino Atividade: desconhecido</p> <p>GWBC: não especificado GPAS: não especificado</p>	<p>Analisar os efeitos de um protocolo de WBC a nível bioquímico, sensação de dor e performance durante um período de 5 dias pós exercício focado nos isquiotibias para provocar dano muscular e SRDM</p>	<p>Avaliações foram realizadas em duas ocasiões com 10 semanas de intervalo entre ambas. O protocolo de exercício para indução de danos muscular foi: 5x10 counter jumps; 5x10 leg curls (75% 1RM) 10 rep. leg curl excêntrico O GWBC realizou 7 sessões em dias consecutivos. O GC não realizou modalidade de recuperação. O protocolo de WBC utilizado foi: WBC Criomed, 6 exposições 3min (-140° a -195°)</p>	<p>Marcadores bioquímicos;</p> <p>Creatina Quinase (CQ);</p> <p>Sensação subjetiva de dor;</p> <p>Performance (squat jump, counter movement jump, torque isométrico e explosivo máximo)</p>	<p>Melhoras no torque máximo no GWBC;</p> <p>Valores de sensação subjetiva de dor mais baixos no WBC;</p> <p>Sem diferença significativa na concentração de CQ;</p>
<p>Abaidia et al (2017)</p>	<p>N=10 Género: Masculino Atividade: fisicamente ativos</p> <p>GWBC: 5 GC (banho gelado): 5</p>	<p>Comparar o efeito de um protocolo de WBC com um protocolo de banho gelado no período de recuperação pós exercício</p>	<p>Avaliações foram realizadas em duas ocasiões com 2 semanas de intervalo entre ambas. O protocolo de exercício para indução de danos muscular foi: 5x15 contrações excêntricas máximas dos flexores do joelho; O GWBC realizou 1 sessão imediatamente após o exercício. O GC realizou 1 banho gelado (10 min. 10°) imediatamente após o exercício. O protocolo de WBC utilizado foi:</p>	<p>Creatina quinase (CQ);</p> <p>Sensação subjetiva de esforço;</p> <p>Sensação de fadiga muscular;</p> <p>Sensação de recuperação;</p> <p>Força excêntrica de flexores e isométrica</p>	<p>Melhor desempenho no single-leg e double-leg counter jump após banho gelado;</p> <p>Valores de CQ mais baixos após banho gelado;</p> <p>Sem diferença na sensação subjetiva de esforço;</p> <p>Sensação subjetiva de dor com valores mais baixos após banho gelado;</p>

			WBC Cryo Sana, 1 exposição 3min (-110°)	de extensores da perna; Single-leg e double-leg counter jump;	Sensação de recuperação com valores mais elevados após banho gelado;
Costello, Algar e Donelly (2012)	Género: Masculino e Feminino Atividade: não especificado 1ª parte: N=36 GWBC: 18 GC: 18 2ª parte: N=18 GWBC: 9 GC: 9	Investigar os efeitos de um protocolo de WBC na função propriocetiva (1ª parte) e recuperação muscular pós protocolo de exercício excêntrico dos isquiotibiais (2ª parte).	Avaliações foram realizadas apenas numa sessão. O protocolo de exercício para indução de danos muscular foi: 20x5 contrações excêntricas máximas para extensores do joelho. O GWBC realizou 2 sessões após o exercício com 2h de separação entre ambas. O GC realizou recuperação passiva. O protocolo de WBC utilizado foi: WBC Zimmer, 2 exposições (após exercício e 2h depois), (3min., -60°, -110°C)	Contração Isométrica Máxima Voluntária; Sensação Subjetiva de dor muscular;	WBC não surtiu efeito na contração isométrica máxima voluntária; WBC não surtiu efeito na sensação subjetiva de dor muscular;
Hausswirth et al. (2011)	N=9 Género: não especificado Atividade: corredores GWBC: 3 GIV: 3 GPAS: 3	Testar a eficácia da WBC comparando com a modalidade de recuperação através de infra-vermelhos ou passiva na aceleração da recuperação muscular após uma corrida de trail.	Durante 3 meses (1 vez por mês), 9 corredores realizaram 3 repetições do protocolo de exercício (corrida em passeadeira), programado para induzir dano muscular. 1h, 24h e 48h após a corrida todos os participantes foram submetidos a uma das três modalidades de recuperação (WBC, Infravermelhos, Passiva). As avaliações foram realizadas pré e	Sensação subjetiva de dor; Sensação subjetiva bem estar; Sensação subjetiva de cansaço; Creatina quinase (CQ);	Com WBC o Torque voluntário máximo de extensão do joelho recuperou 1h pós corrida, 24h pós corrida com Infravermelhos não tendo recuperado com a recuperação passiva; Sem efeito sobre CQ ; Sensação de dor e cansaço teve melhoras significativas com WBC 1h pós exercício enquanto que com infravermelhos apenas foram notórias diferenças significativas

			pós corrida, bem como pós recuperação (1h, 24h e 48h). O protocolo de WBC utilizado foi: WBC Zimmer, 3 exposições (1h, 24h e 48h após exercício) 3min (-10°, -60°, -110°)	Torque isométrico máximo voluntário dos extensores do joelho;	48h depois sendo que não houve efeito da recuperação passiva. Sensação de bem estar com diferenças significativas no grupo de WBC, atingindo valores mais altos do que no pré exercício apenas 24h após o mesmo.
Schaal et al. (2014)	N=10 Género: Feminino Atividade: Nadadoras Sincronizadas com participação Olímpica GWBC: 5 GC: (sem técnica de recuperação)= 5	Investigar se sessões diárias de WBC durante um período de treino intenso podem ajudar a prevenir sinais de exaustão relacionados com o exercício e com o sono. As nadadoras foram divididas em 2 grupos (5 sujeitas a WBC e 5 sem protocolo de recuperação).	O protocolo dividiu-se em duas fases: dois períodos de treino intenso de 14 dias, separados por nove dias de treino de leve intensidade. GWBC, 1 sessão no fim de cada treino GC , sem técnica de recuperação. O protocolo de WBC utilizado foi: WBC Zimmer, 14 exposições 3min (-10°, -60°, -110°)	Tempo total na cama; Tempo que demora a adormecer; Tempo de sono; Tempo que demora a levantar; Tempo 400m livres; Sensação de fadiga; Qualidade do sono; Escala de Borg; Lactato; Batimento Cardíaco;	O estudo demonstrou melhoras no tempo de sono das atletas bem como no tempo que demoraram a levantar quando sujeitas a WBC. Sensação de fadiga com valores mais baixos no GWBC; GWBC levou menos tempo a adormecer ; GWBC teve mais tempo de sono ; Decréscimo na performance nos 400m das atletas do GC;
Kurger et al. (2015)	N=11 Género= Não especificado Atividade= fisicamente ativos GPlacebo: não especificado GWBC: não especificado	Avaliar os efeitos da WBC na recuperação aguda e resistência durante período de atividade física intensa.	A recolha de dados foi feita em duas sessões sendo que ambas seguiram o mesmo protocolo de exercício (corrida em passadaeira) apresentado abaixo: 1º: 3x3 min com velocidade a aumentar a cada série (até exaustão); 2º: 5x5 min 90% velocidade máxima;	Tempo até exaustão; Batimento Cardíaco; Sensação de percepção de esforço; Lactato sanguíneo;	GWBC com levou mais tempo a atingir exaustão , comparativamente com GPLACEBO. Capacidade cardiorrespiratória aumentou significativamente após a WBC durante a corrida a velocidades submáximas dadas

			<p>3º: Recuperação (WBC ou Placebo);</p> <p>4º: 3x3 min com velocidade a aumentar a cada série (até exaustão);</p> <p>O protocolo de WBC utilizado foi:</p> <p>WBC Zimmer, 1 exposição, 3min (-10º, -60º, -110º)</p>	<p>Sensação de preparação física;</p> <p>Sensação de energia;</p> <p>Sensação de recuperação física;</p>	<p>por diminuição do batimento cardíaco;</p> <p>Diferença significativamente positiva na sensação de esforço, energia e recuperação no GWBC, com valores mais baixos quando comparado com a GPLACEBO;</p>
Russell et al. (2017)	<p>N=14</p> <p>Género: Masculino</p> <p>Atividade: futebolistas de uma academia da Premier League</p> <p>GWBC:7</p> <p>-60º durante 30s</p> <p>-135º durante 120s</p> <p>GC: 7</p> <p>Sentados a temperatura ambiente por 110min</p>	<p>Avaliar os efeitos fisiológicos de performance e de percepção de uma única sessão de WBC realizada pouco depois de exercícios de sprint</p>	<p>Os dados foram recolhidos em duas ocasiões separadas por 7 dias sendo que o protocolo de exercício utilizado foi o mesmo de ambas as vezes.</p> <p>Protocolo de exercício:</p> <p>15x30m sprint com 60s de descanso de forma a simular as distâncias em sprint durante o jogo.</p> <p>GWBC: 1 sessão pós exercício.</p> <p>GC: sem modalidade de recuperação.</p> <p>O protocolo de WBC utilizado foi:</p> <p>WBC BOC cryotherapy chamber, 1 exposição</p> <p>-60º durante 30s</p> <p>-135º durante 120s.</p>	<p>Peak Power Output;</p> <p>Lactato Sanguíneo;</p> <p>Creatinofosfoquinase (CQ);</p> <p>Concentração de testosterona na saliva;</p> <p>Sensação subjetiva de dor muscular;</p> <p>Sensação subjetiva de recuperação;</p>	<p>Sem diferença significativa no lactato sanguíneo;</p> <p>Sem diferença significativa na concentração de CQ;</p> <p>Sem diferença significativa no Peak Power Output;</p> <p>WBC teve impacto significativo no aumento de testosterona 2h e 24h após o exercício comparativamente com o grupo de controlo.</p> <p>Sem impacto significativamente relevante ao nível das sensações subjetivas;</p>

Legenda: **GWBC**- Grupo *Whole-body Cryotherapy*; **GPAS**- Grupo recuperação passiva; **GIV**- Grupo infra- vermelhos; **GC**- Grupo de Controlo; **CQ**- Creatina Quinase; **WBC**- *Whole-body Cryotherapy*;

4. Discussão

O objetivo desta revisão foi perceber a influência que a *Whole-Body cryotherapy*, utilizada como modalidade de recuperação tem após exercício físico. Para isso e com base nos artigos selecionados, esta revisão aborda o impacto da técnica na performance desportiva, sensações subjetivas (dor, fadiga, recuperação), creatina quinase muscular e ainda sobre o sono, em indivíduos após realização de exercício intenso.

Em todos os artigos foi realizado um protocolo de exercício visando causar dano muscular, sendo os indivíduos posteriormente sujeitos a uma, no caso de Abaidia et al., (2017), Kruger et al., (2015), e Russell et al., (2017), ou mais, como no caso de Fonda e Sarabon (2013), Costello, Algar e Donnelly (2012), Hausswirth et al., (2011), Schaal et al. (2014) sessões de WBC.

Um dos parâmetros importantes a discutir é o protocolo utilizado nos vários artigos, assim, Lombardi, Ziemann e Banfi (2017) referem que o protocolo standard de WBC passa por submeter o sujeito a -60°C durante 30s e posteriormente reduzir a temperatura até aos $-110^{\circ}/-140^{\circ}\text{C}$. Pela análise efetuada constatamos que a maior parte dos protocolos analisados segue este modelo, no entanto Abaidia et al., (2017) não sujeitaram os indivíduos ao período de 30s de habituação tal como Fonda e Sarabon (2013). Estes autores também não utilizaram as mesmas temperaturas, deste modo programaram os 3min. de tratamento para temperaturas entre os -140° e -195°C .

Nos estudos sob análise, outros parâmetros para além do protocolo, foram revistos, tal como foi supramencionado, entre eles performance desportiva, as sensações subjetivas, a creatina quinase muscular e também o sono, relativamente à atuação da WBC. Consideramos por isso pertinente uma análise detalhada destes mesmos parâmetros.

Performance Desportiva:

No estudo realizado por Kruger et al., (2015) os investigadores verificaram que o GWBC foi capaz de aguentar mais tempo de corrida do que o GPLACEBO. Este estudo permitiu aos investigadores concluir que uma sessão de WBC (3min. a -110°) aumenta a capacidade de recuperação da performance excêntrica muscular, quando realizada entre sessões de treino. Também Hausswirth et al., (2011) verificaram que GWBC recuperou a capacidade máxima de contração 1h após a sessão de WBC enquanto que com o GIV, tal apenas se verificou 24h depois, não se tendo verificado com a GPAS. Por sua vez, Fonda e Sarabon (2013) obtiveram, igualmente, resultados favoráveis para o protocolo de

WBC, concluindo que a capacidade para realizar um torque máximo de flexão do joelho era significativamente maior no GWBC do que no GPAS. Por fim, Schaal et al., (2014) comprovaram, também, a efetividade da WBC na recuperação da performance desportiva, neste caso com nadadoras femininas. Comparando o tempo que as nadadoras levaram a completar 400m após a realização de um protocolo de desgaste físico (3x200m com velocidades ascendentes), os investigadores concluíram que, comparativamente com os valores base, se verificou um decréscimo na performance das atletas do GC, sendo que tal não foi observável nas atletas do GWBC, tendo estas obtido resultados semelhantes aos dados base.

Por sua vez, os artigos de Costello, Algar e Donnelly (2012), Abaidia et al., (2017) e Russell et al.. (2017) contrariam os resultados favoráveis à WBC na recuperação da performance desportiva.

Costello, Algar e Donnelly (2012) concluíram que duas sessões de WBC são ineficazes na recuperação da capacidade de contração isométrica máxima, sendo que o GC e o GWBC apenas atingiram valores semelhantes aos valores base 96h após o término do protocolo de exercício. Similarmente ao estudo de Costello, Algar e Donnelly (2012), Abaidia et al., (2017), não comprovaram efeito significativo da WBC. No entanto, chegaram à conclusão que o banho gelado teve efeitos moderadamente significativos na performance de *Counter Jump-1Leg* e *Counter Jump-2Legs* 72h depois da realização do protocolo de exercício, contrariamente à WBC. Hausswirth et al., (2011) mencionaram que as diferenças verificadas entre o seu estudo e o de Costello, Algar e Donnelly (2012) podem dever-se ao facto de um ter sido realizado em sujeitos saudáveis e o outro em atletas, dado que os atletas estão habituados a contrações excêntricas recuperando, por isso, melhor do exercício. No entanto e como referido anteriormente, Russell et al., (2017) obtiveram resultados semelhantes a Costello, Algar e Donnelly (2012), e Abaidia et al., (2017), utilizando como amostra de jogadores de futebol altamente treinados. Desta forma, chegaram à conclusão que o *Peak Power Output* (calculado a partir do *Counter Movement Jump*) não foi influenciado pelo WBC visto que voltou aos valores base 2h e 24h depois em ambos os grupos.

Sensações Subjetivas:

As sensações subjetivas da amostra em estudo foram avaliadas em todos os artigos analisados. Três dos estudos não observaram influência do protocolo de WBC que foi utilizado ao nível das sensações subjetivas (Costello, Algar e Donnelly (2012), Abaidia

et al., (2017) e Russell et al., (2017). Os restantes quatro (Hauswirth et al., (2011), Fonda e Sarabon (2013), Kruger et al., (2015) e Schaal et al., (2014) e Russell et al., (2017)) reportaram benefícios do protocolo de WBC face ao grupo de controlo.

Hauswirth et al., (2011) observaram reduções significativas na sensação de dor muscular e cansaço 1h após a realização de 1 sessão de WBC. Valores semelhantes na avaliação de ambas as sensações foram apenas observados 24h após os IV. Na sensação de bem-estar, observaram melhoras significativas com WBC, registando valores mais altos que os valores base apenas 24h após o protocolo de exercício. Já Kruger et al., (2015) e Schaal et al., (2014) avaliando a sensação subjetiva de esforço, observaram valores significativamente mais baixos depois do protocolo de exercício na amostra sujeita a WBC quando comparado com o GC. Finalmente, Fonda e Sarabon (2013) ao avaliarem a sensação de dor em repouso e em atividade nos dias consecutivos ao protocolo de exercício, observaram melhoras significativas, sobretudo nos dois primeiros dias, no grupo de WBC.

Os restantes artigos não chegaram a conclusões semelhantes. Costello, Algar e Donnelly (2012), referem que 2 sessões de WBC foram ineficazes no alívio de dor muscular. Russell et al., (2017), chegaram à mesma conclusão, acrescentando ainda que o protocolo de WBC utilizado no seu estudo também não teve efeito significativo na sensação de recuperação muscular. Mais além vai Abaidia et al., (2017) que concluíram que, para além do protocolo de WBC utilizado não ter surtido efeitos significativamente relevantes, os seus efeitos foram inferiores aos do grupo sujeito ao banho gelado que se revelou mais eficaz no alívio da dor muscular, impactando positivamente a sensação de recuperação.

Creatina quinase (CQ):

Quatro dos estudos analisados nesta revisão: Hauswirth et al., (2011), Fonda e Sarabon (2013), Russell et al., (2017) e Abaidia et al., (2017), avaliaram o efeito que o protocolo de WBC tinha sobre a CQ muscular, através de análises sanguíneas. Todos estes estudos demonstraram que a análise da quantidade desta enzima é um bom indicador de dano muscular ou fadiga, já que em todos eles os seus valores estavam bem acima dos valores base obtidos no pré-exercício. A influência da WBC foi consensual entre eles.

Hauswirth et al., (2011), observaram um pico de CQ 24h após o protocolo de exercício, tendo relatado que não existiu influência da WBC sobre esta enzima, nas 3 avaliações realizadas (1h, 24h e 48h pós exercício).

Fonda e Sarabon (2013) tiveram resultados muito semelhantes a Hauswirth et al., (2011) Observaram que 24h após o protocolo de exercício, os valores de CQ estavam 8 vezes superiores aos valores base pois também não foram observadas influências da WBC, dado que os valores permaneceram semelhantes aos do GC.

Os resultados descritos por Russell et al., (2017) estão em concordância com os descritos anteriormente, não tendo, igualmente, observado influência da WBC sobre os níveis de CQ. Os resultados obtidos por Abaidia et al., (2017) para a influência da WBC são semelhantes aos estudos anteriores, no entanto, e por terem realizado uma comparação entre WBC e banho gelado, o estudo indica que o banho gelado teve efeito significativamente positivo estando os níveis de CQ, observados 24h e 72h após o protocolo de exercício consideravelmente mais baixos do que no GWBC.

No entanto a literatura não é totalmente consensual relativamente a este parâmetro. Constatamos que existem dois estudos que apesar de não preencherem os nossos critérios de inclusão apresentam resultados diferentes aos supramencionados, tendo, no entanto, realizado mais sessões de WBC. Banfi et al., (2009) observaram um decréscimo de 40% de CQ em jogadores de rugby após 5 sessões de WBC. Wozniak et al., (2007) reportaram também benefícios da WBC sobre CQ. Observaram decréscimo de 34% de CQ em kayakers após 10 sessões de WBC.

Sono:

Apenas um dos artigos analisados (Schaal et al., 2014) averiguou o efeito de um protocolo de WBC sobre o sono das atletas em estudo, utilizando um actígrafo de pulso. Foram, assim, avaliadas diferentes variáveis, como o tempo passado na cama (desde o deitar ao levantar), latência do sono (tempo de transição do estado de vigília para sono total), tempo de sono e eficácia do sono (tempo de sono/tempo na cama). Os investigadores observaram que, durante o período de treino intenso, as nadadoras do GC levaram mais 11 ± 5 min para adormecer em relação às nadadoras do GWBC. Relataram, ainda, que as do GC dormiam menos 21 ± 7 min. comparativamente com os valores base, enquanto que no GWBC não se observaram alterações. Quando comparado com o GC, as nadadoras do GWBC obtiveram efeitos significativamente positivos, dormindo mais $5,5\% \pm 3,1\%$ do que as do grupo GC.

Um estudo realizado por Bouzigon, Ravier, Dugue e Grappe (2014), teve conclusões semelhantes. Conduzido durante uma competição internacional de basquetebol, foi

testada a qualidade de sono de 27 jogadores após uma sessão de PBC (3min. -130°C), tendo os investigadores observado 15% de melhorias na sensação de qualidade do sono. Podemos considerar como limitações do estudo a heterogeneidade e consequentemente a falta de consenso sobre qual o melhor protocolo de WBC a utilizar e os diferentes instrumentos de avaliação implementados.

Posto isto, no futuro, será interessante investigar as diferenças verificadas, se alteradas as variáveis como número de sessões, a temperatura dentro da câmara e o público alvo (atletas e não atletas).

5. Conclusão

A WBC tem sido uma técnica bastante utilizada e estudada em vários domínios nos últimos anos. Esta revisão incidiu apenas sobre um deles, a recuperação após o exercício.

Pela análise dos estudos podemos concluir que a WBC poderá ter lugar como modalidade de recuperação física no âmbito do exercício visto que foram observados resultados positivos nas quatro variáveis objetivas e subjetivas estudadas. No entanto, pelo facto dos estudos sobre esta recente modalidade não serem consensuais, maior investigação será necessária.

6. 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.
- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A. e Melegati, G. (2010). Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports medicine*, 40(6), 509-517.
- Banfi, G., Melegati, G., Barassi, A., Dogliotti, G., d'Eril, G. M., Dugué, B. e Corsi, M. M. (2009). Effects of whole-body cryotherapy on serum mediators of inflammation and serum muscle enzymes in athletes. *Journal of Thermal Biology*, 34(2), 55-59.
- 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.
- Bouzigon, R., Ravier, G., Dugue, B. e Grappe, F. (2014). The use of whole-body cryostimulation to improve the quality of sleep in athletes during high level standard competitions. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 572-572.
- Cheung, K., Hume, P. A. e Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
- 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.
- Fonda, B. e Sarabon, N. (2013). Effects of whole-body cryotherapy on recovery after hamstring damaging exercise: A crossover study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(5).
- Gauche, E., Lepers, R., Rabita, G., Leveque, J. M., Bishop, D., Brisswalter, J. e Hausswirth, C. (2006). Vitamin and mineral supplementation and neuromuscular recovery after a running race. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(12), 2110-2117.
- Hausswirth, 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), e27749.

Hausswirth, C., Schaal, K., Le Meur, Y., Bieuzen, F., Filliard, J. R., Volondat, M. e Louis, J. (2013). Parasympathetic activity and blood catecholamine responses following a single partial-body cryostimulation and a whole-body cryostimulation. *Plos one*, 8(8), e72658.

Jakeman, J. R., Byrne, C. e Eston, R. G. (2010). Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *European journal of applied physiology*, 109(6), 1137-1144.

Krüger, M., de Marees, M., Dittmar, K. H., Sperlich, B. e Mester, J. (2015). Whole-body cryotherapy's enhancement of acute recovery of running performance in well-trained athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 10(5), 605-612.

Lombardi, G., Ziemann, E. e Banfi, G. (2017). Whole-Body Cryotherapy in Athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of the Literature. *Frontiers in physiology*, 8, 258.

Peiffer, J. J., Abbiss, C. R., Nosaka, K., Peake, J. M. e Laursen, P. B. (2009). Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 91-96.

Pournot, H., Bieuzen, F., Louis, J., Fillard, J. R., Barbiche, E. e Hausswirth, C. (2011). Time-course of changes in inflammatory response after whole-body cryotherapy multi exposures following severe exercise. *Plos one*, 6(7), e22748.

Russell, M., Birch, J., Love, T., Cook, C. J., Bracken, R. M., Taylor, T., Swift, E., Cockburn, E., Finn, C., Cunningham, D., Wilson, L. e Kilduff, P. (2017). The effects of a single whole-body cryotherapy exposure on physiological, performance, and perceptual responses of professional academy soccer players following repeated sprint exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 415-421.

Schaal, K., Le Meur, Y., Louis, J., Filliard, J. R., Hellard, P., Casazza, G. e Hausswirth, C. (2014). Whole-body cryostimulation limits overreaching in elite synchronized swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(7), 1416-1425.

Weerapong, P., Hume, P. A., e Kolt, G. S. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports medicine*, 35(3), 235-256.

Wozniak, A., Wozniak, B., Drewa, G., Mila-Kierzenkowska, C., e Rakowski, A. (2007). The effect of whole-body cryostimulation on lysosomal enzyme activity in kayakers during training. *European journal of applied physiology*, 100(2), 137-142.