

**Universidade Federal do Amazonas - UFAM**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano -**  
**PPGCiMH**  
**Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM**

**Raisa Seabra Carvalho**

**Efeitos provocados pelo uso da bota compressão pneumática**  
**intermitente sobre indicadores de recuperação muscular pós corrida em**  
**declive**

**Manaus - AM**  
**2023**

**Universidade Federal do Amazonas - UFAM**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano -**  
**PPGCiMH**  
**Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM**

Pesquisa apresentada para avaliação da banca, para a obtenção de título de mestrado, realizado pelo Programa de Pós - graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCiMH, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM.

Orientador: Prof. Dr. Mateus Rossato

Manaus-AM

2023

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C331e Carvalho, Raisia Seabra  
Efeitos provocados pelo uso da bota compressão pneumática intermitente sobre indicadores de recuperação muscular pós corrida em declive / Raisia Seabra Carvalho . 2023  
44 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Mateus Rossato  
Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Tratamento muscular. 2. Recuperação muscular. 3. Dor muscular tardia . 4. Qualidade muscular. 5. Pico de torque. I. Rossato, Mateus. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**Esta pesquisa foi executada para a avaliação da banca examinadora para  
exame de defesa de dissertação no Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano - PPGCiMH, da Universidade Federal do  
Amazonas - UFAM**

**Manaus 05, outubro de 2023.**

**Banca Examinadora:**

---

1)Presidente: Prof. Dr. Mateus Rossato – UFAM

---

2)Membro externo: Prof. Dr. Fábio Juner Lanferdini – UFSC

---

3)Membro interno: Prof. Dr. Guilherme Areas – UFAM

---

4) Suplente interno: Prof. Dr. Ewertton de Souza Bezerra - UFAM

---

5) Suplente externo: Profa. Dr. Rodolfo André Dellagrana - UEPG

**Manaus - AM**

**2023**

### **Agradecimentos**

À Deus, pela vida e oportunidade de estudar, que em sua divina sabedoria me fez caminhar até este momento. À minha família, em especial a minha mãe Sandra Maria dos Santos Seabra, minha madrinha Sarah dos Seabra de Souza e minha irmã Sabrine Seabra que sempre me incentivaram a estudar em todos os momentos da minha vida. Aos meus avós, Adrião Seabra e Odete Seabra, que se aqui estivessem presentes, estariam felizes com minhas realizações. Aos meus amigos, que tanto me incentivaram em todos os momentos da minha vida, sendo cruciais para que hoje chegasse aqui, Suzy Oliveira, Beatriz Câmara, Camila Anselmo, Ana Paula Rocha, Isis de Oliveira, Érica Castello, Beatriz Kethellen, Denise Caldas, Maria Sabrina, Raíssa Costa e Bárbara Bahia. Ao meu orientador Prof. Dr. Mateus Rossato, por toda paciência e incentivo, por toda sua supervisão, orientações e conselhos, especialmente pelo exemplo de profissional dedicado à docência e à pesquisa, pela simplicidade e humildade em sua dinâmica de trabalho. Aos meus grandes parceiros de pesquisa e de vida, minha poderosa equipe de coleta, João Victor Gama da Silva (Juka), Luma Palheta de Azevedo, Luana Marina Aranha e Silva, Esmeralda Lhia do Nascimento Santos, Nathalia Chris Oliveira Franco e Emilly da Silva Albuquerque, por todo suporte, companheirismo e incentivo durante a execução da pesquisa. A minha amiga e parceira de pesquisa Yana Hara, por toda sua paciência e contribuição direta em todas as nossas atividades desenvolvidas no mestrado. Aos meus colegas de Mestrado Geovana Martins, Iona Vicente, Abrahim Temer, Raynara Fonsêca, amigos e empáticos, que tanto contribuíram com suporte em diversas aulas das várias disciplinas que cursamos. Aos membros do Laboratório de Estudo do Desempenho Humano (LEDEHU). À Universidade Federal do Amazonas. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), pela bolsa concedida de maneira integral durante todo o período do mestrado. À Prof<sup>a</sup> Ms. Alessandra Drumond Siqueira, por abrir as portas da pesquisa ainda na graduação. Também agradeço a todos os voluntários, que se disponibilizaram a participar do estudo, sendo comprometidos e assíduos até o fim da pesquisa. A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para que eu conseguisse chegar neste momento de conclusão de mais esta etapa de aprendizagem. Muito obrigada!

## Resumo

A Bota de compressão pneumática intermitente (BCPI) ganhou vários adeptos por seu possível auxílio no tratamento de recuperação muscular pós realização de exercício física. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos provocados pelo uso BCPI sobre marcadores de recuperação muscular nos membros inferiores após uma corrida em declive. Fizeram parte do estudo 17 homens ( $23,3 \pm 2.4$  anos,  $82 \pm 14,8$ kg e  $173 \pm 0,06$  m), fisicamente ativos sem histórico de lesões nos membros inferiores (MI) e sem alterações cardiorrespiratórias. Inicialmente (-72h) foi determinada a velocidade máxima aeróbia (VMA) de todos os participantes ( $14,7 \pm 1,53$  km/h). O protocolo de corrida em declive (PCD) consistiu em 6 séries de 5 minutos com 2 minutos entre séries para descanso. O declive adotado foi de  $-3^\circ$ , e a intensidade correspondente a 70% da VMA (0h). Um dos MI foi sorteado para receber a aplicação da BCPI, enquanto o membro oposto recebeu placebo (ultrassom terapêutico desligado). Ambos os procedimentos tiveram duração de 30 minutos e foram realizados após o exercício, 24h e 48h após o PCD. Foram avaliados indicadores de dor muscular tardia (DMT) e qualidade muscular no Reto Femoral (RF) e Vasto Lateral (VL) nos momentos Pré, 24h, 48h e 72h após o PCD, além do pico de torque (PT) concêntrico (C) e excêntrico (E) em flexores e extensores do joelho, de ambos os membros nos momentos pré, pós, 24h, 48h e 72h após o PCD. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre os grupos foi realizada por meio da ANOVA two-way (tempo vs. tratamento) seguido do posthoc de Tukey. O nível de significância adotado foi de  $p < 0.05$ . Foram observados efeitos do tempo para DMT do RF ( $F=5,160$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=3,04$ ) e Interação tempo-tratamento para a DMT do VL ( $F=5,160$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=0,02$ ), indicando que o uso da BCPI foi eficiente em promover menores valores de DMT nessa região quando comparado com o placebo. Em relação a eco-intensidade do RF não houve efeito do tratamento ( $F= 1,32$ ;  $p=0,7852$ ;  $\eta^2 p=0,02$ ) e do tempo ( $F=5,16$ ;  $p=0,0586$ ;  $\eta^2 p=0,08$ ). Resultados semelhantes também foram observados em relação a eco intensidade do VL, onde não foram observados efeitos do tratamento ( $F=1,32$ ;  $p=0,5940$ ;  $\eta^2 p=0,04$ ) e tempo ( $F=4,128$ ;  $p=0,3802$ ;  $\eta^2 p=0,04$ ). Em relação aos parâmetros de torque avaliados efeitos do tempo foram observados para o PT concêntrico de extensores do joelho ( $F=5,16$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=0,29$ ), PT concêntrico de flexores de joelho ( $F=5,16$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=0,53$ ) e PT excêntrico de extensores ( $F=5,16$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=0,28$ ) e PT excêntrico de flexores ( $F=5,16$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=0,53$ ). Podemos concluir que o uso de BCPI após um PCD foi efetivo apenas para reduzir a DMT na região do VL.

**Palavras chaves:** tratamento muscular; recuperação muscular; dor muscular tardia; qualidade muscular; pico de torque;

## Abstract

The intermittent pneumatic compression boot (IPCB) has gained several followers for its possible assistance in the treatment of muscle recovery after physical exercise. has gained several followers due to its possible aid in muscle recovery after physical exercise. has gained several followers due to the possible benefits of muscle recovery after physical exercise. The objective of the study was to evaluate the effects caused using the intermittent pneumatic compression boot (IPCB) on muscle recovery markers in the lower limbs after a downhill run. The study included 17 men ( $23.3 \pm 2.4$  years,  $82 \pm 14.8$  kg and  $173 \pm 0.06$  m), physically active with no history of injuries to the lower limbs (LL) and no cardiorespiratory changes. Initially (-72h) the maximum aerobic speed (MAS) of all participants was determined ( $14.7 \pm 1.53$  km/h). The downhill running protocol (DRP) consisted of 6 sets of 5 minutes with 2 minutes between sets for rest. The slope adopted was  $-3^\circ$ , and the intensity corresponded to 70% of the VMA (0h). One of the MI was randomly selected to receive the IPCB application, while the opposite limb received a placebo (therapeutic ultrasound turned off). Both procedures lasted 30 minutes and were performed after exercise, 24h and 48h after DRP. Indicators of delayed muscle pain (DMP) and muscle quality in the Rectus Femoris (RF) and Vastus Lateralis (VL) were evaluated at pre, 24h, 48h and 72h after DRP, in addition to concentric peak torque (PT) (C) and eccentric (E) in knee flexors and extensors, of both limbs in the pre, post, 24h, 48h and 72h moments after DRP. Data normality was assessed using the Shapiro-Wilk test. Comparison between groups was performed using two-way ANOVA (time vs. treatment) followed by Tukey posthoc. The significance level adopted was  $p < 0.05$ . Effects of time were observed for RF DMP ( $F=5.160$ ;  $p < 0.0001$ ;  $\eta^2 p=3.04$ ) and time-treatment interaction for VL DMP ( $F=5.160$ ;  $P < 0.0001$ ;  $\eta^2 p=0.02$ ), indicating that the use of BCPI was efficient in promoting lower DMP values in this region when compared to placebo. Regarding RF echo-intensity, there was no effect of treatment ( $F= 1.32$ ;  $p=0.7852$ ;  $\eta^2 p=0.02$ ) and time ( $F=5.16$ ;  $p=0.0586$ ;  $\eta^2 p= 0.08$ ). Similar results were also observed in relation to VL echo intensity, where no effects of treatment ( $F=1.32$ ;  $p=0.5940$ ;  $\eta^2 p=0.04$ ) and time ( $F=4.128$ ;  $p=0.04$ ) were observed.  $3802$ ;  $\eta^2 p=0.04$ ). In relation to the torque parameters evaluated, time effects were observed for concentric PT of knee extensors ( $F=5.16$ ;  $p < 0.0001$ ;  $\eta^2 p=0.29$ ), concentric PT of knee flexors ( $F=5.16$ ;  $p < 0.0001$ ;  $\eta^2 p=0.53$ ) and eccentric PT of extensors ( $F=5.16$ ;  $p < 0.0001$ ;  $\eta^2 p=0.28$ ) and eccentric PT of flexors ( $F=5.16$ ;  $p < 0.0001$ ;  $\eta^2 p=0.53$ ). We can conclude that the use of BCPI after DRP was only effective in reducing DMP in the VL region.

**Keywords:** muscle treatment; muscle recovery markers; delayed muscle pain; muscle quality; peak torque.

## LISTA DE FIGURAS

1. Figura. Modelo do método de pesquisa.....25
2. Figura. Comportamento da DMT no RF e VL, nos diferentes momentos para o membro tratado com BCPI e o membro tratado com Placebo..... 30
3. Figura. Comportamento da EI no RF e VL, nos diferentes momentos para o membro tratado com BCPI e o membro tratado com Placebo..... 31
4. Figura. Comportamento dos parâmetros de torque, nos diferentes momentos para o membro tratado com BCPI e o membro tratado com Placebo..... 32



**LISTA DE TABELAS**

1. Tabela 1. Revisão narrativa .....16
2. Tabela 2. Pico de Velocidade máxima aeróbica e 70% do Pico de Velocidade Máxima aeróbica ..... 29

## LISTA DE SIGLAS

1. BCPI - Bota de Compressão Pneumática Intermitente
2. DMT - dor muscular tardia pós-exercício
3. CK - Creatina Kinase
4. LDH - Lactato Desidrogenase
5. RF - Reto Femoral
6. VL - Vasto Lateral
7. IPAQ - Questionário Internacional de Atividade Física
8. TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
9. LEDEHU – Laboratório de Estudo do Desempenho Humano
10. EVA - Escala Visual Analógica
11. EI - Eco-intensidade
12. UST – Ultrassom terapêutico
13. PVA - Pico de Velocidade Aeróbica
14. PCD - Pico de Corrida em Declive
15. RC - Roupa de compressão
16. TPN -Terapia de Pressão Negativa
17. LCPI - luva de compressão pneumática intermitente;
18. MDC: medida de circunferência
19. RADM: rigidez de amplitude de movimento
20. GC: grupo controle
21. GBCPI: grupo bota de compressão pneumática intermitente
22. CVMI: contração voluntária máxima isométrica;
23. PTI: Pico de torque isométrico
24. PMTC: pico médio de torque concêntrico
25. PTME: pico médio de torque excêntrico;
26. ASVU: Altura do salto vertical unilateral
27. PPSVU: Pico de potência no salto vertical unilateral
28. GRP: grupo recuperação passiva
29. GRA: grupo recuperação ativa
30. PFC: pico da frequência cardíaca
31. LS: lactato sanguíneo

- 32. PPB: pico de potência na bicicleta
- 33. PMB: potência média na bicicleta
- 34. IDF: índice de fadiga
- 35. CLS: concentração de lactato sanguíneo
- 36. RC: recuperação passiva
- 37. RG: ressíntese de glicogênio
- 38. PSD: percepção subjetiva de dor
- 39. ADM: Amplitude de Movimento
- 40. IAG: Imersão em água gelada
- 41. FMM: função mecânica muscular
- 42. EH: Estado de Hidratação
- 43. PEP: Percepção de esforço percebido;
- 44. QS: Qualidade do Sono
- 45. PNI: Pressão Negativa Intermitente
- 46. LD: Lactato Desidrogenase
- 47. PPSV: Pico de potência no salto vertical;

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	11
2. Justificativa .....	13
3. Hipótese .....	13
4. Objetivo geral .....	13
5. Objetivos específicos .....	13
6. Revisão de Literatura .....	13
6.1 Recovery e esporte .....	13
6.2 BCPI .....	14
7. Métodos e métodos.....	24
7.1. Design Experimental .....	24
7.2. Participantes .....	25
7.3. Randomização .....	26
7.4. Protocolo de avaliações .....	26
7.4.1 Determinação da DTM específica.....	26
7.4.2 Avaliação da qualidade muscular.....	26
7.4.3 Avaliação do pico de torque de extensores e flexores de joelho.....	27
7.4.4. Determinação do pico de velocidade aeróbico.....	27
7.4.5. Protocolo de corrida em declive .....	28
7.4.6. Aplicação da BCPI e placebo do ultrassom terapêutico .....	28
8. Análise estatística .....	28
9. Resultados .....	29
10. Discussão .....	33
11. Conclusão .....	36
12. Referências .....	36

## 1. Introdução

Durante o processo de treinamento físico para que se obtenha melhorias no desempenho, faz-se necessário a periodização de cargas, seguido de períodos de recuperação funcional (Gabbett, 2016). Tradicionalmente a sobrecarga pode ser aplicada elevando o volume ou a intensidade do treino (Impellizzeri, Rampinini; Marcora, 2005). Alterações abruptas, especialmente na intensidade, tem sido apontada como uma das principais causas para o surgimento da dor muscular tardia pós-exercício (DMT) que tem seu auge entre 24 e 48h após-exercício (Higgins; Greene; Baker, 2017).

Autores como Clarkson; Hubal, (2002) afirmam que o surgimento da DMT, estaria associada a presença de contrações excêntricas, que por sua vez provocariam danos nos tecidos conectivos e/ou na estrutura contrátil. A reparação dos tecidos danificados envolveria a migração de monócitos para a região, que seriam convertidos em macrófagos e que por sua vez sintetizariam grandes quantidades de prostaglandinas, responsáveis pelo aumento na sensibilidade dos receptores de dor tipo III e tipo IV (Terra et al., 2012). Além da DMT, outros marcadores de recuperação do dano muscular têm sido utilizados como a recuperação da produção de força e a redução da amplitude de movimento, inchaço e o monitoramento das concentrações de creatina kinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) (Chen, et al., 2003). Recentemente, imagens de ultrassom também foram utilizadas para auxiliar no diagnóstico da magnitude e a recuperação do dano muscular (Wong, et al., 2020). Os resultados indicam que o aumento da intensidade do eco (ou seja, imagem mais clara) podem representar o acúmulo de células inflamatórias entre as fibras musculares (Radaelli et al., 2012). Portanto, além dos parâmetros clássicos utilizados para avaliar a recuperação pós danos musculares, outras técnicas não invasivas têm surgido, fornecendo novos *insights* sobre como avaliar o fenômeno.

Em decorrência do esforço mecânico contínuo e de gasto energético para a sua execução, a corrida é uma das atividades físicas mais usadas para prática esportiva (Kyröläinen; Belli; Komi, 2001). Além disso, em situações de vida real, parte da rotina de treinamento são realizadas em ambiente outdoor,

onde a variação na inclinação do terreno gera uma série de mudanças biomecânicas e fisiológicas (Vernillo et al., 2017; Panza, et al., 2016). Kingsley et al., (2006), Kong et al., (2018), citam que o uso de protocolos envolvendo corrida em descida é algo crescente, pois a prática é capaz de envolver grandes grupos musculares. Outro aspecto abordado por Bontemps et al., (2020) que este modelo de exercício implica em maior uso de componente excêntrico, com a finalidade de dissipar energia gerada durante a atividade, que conseqüentemente a torna mais lesivas do ponto de vista muscular, que corridas no plano ou inclinadas.

Em decorrência da exigência física e desgaste funcional provocado pós atividades físicas é comum o uso de estratégias terapêuticas que auxiliem que tentam auxiliar a recuperação do dano muscular provocado pelo treinamento, despertando cada vez mais interesse de muitos pesquisadores sobre o assunto (Haq et al., 2021, Kong et al., 2018). Neste contexto, o uso de botas de compressão pneumáticas intermitente (BCPI) tem ganho muitos adeptos, especialmente entre profissionais envolvidos com a reabilitação. Porém tal crescimento não tem sido acompanhado evidências científicas na mesma magnitude. As BPCI têm sua ação similar a massagem (Draper et al., 2020), onde câmeras de ar são infladas com pressões entre 80 e 200 mmHg e desinfladas na sequência, sempre da região distal para proximal. A repetição dessas manobras facilitaria o retorno venoso, promovendo assim a drenagem dos metabólitos produzidos e acumulados no membro inferior durante o exercício e promovendo uma recuperação. Dispositivos de compressão pneumática, que oferecem compressão dinâmica mais intensa em um período relativamente curto de seu uso, porém pouco ainda se sabe sobre os efeitos relativos ao seu uso para melhoria da dor, pois a maioria dos estudos anteriores utilizaram aplicações e avaliações únicas (Winke; Williamson, 2018).

Nesse sentido, acreditamos ser necessário mais estudos envolvendo recuperação pós exercício e o uso de BCPI a fim de atestar ou não a sua eficácia como uma estratégia para recuperação passiva para ser utilizada após sessões de treino. Portanto, o objetivo desse estudo foi o de avaliar os efeitos da BCPI sobre marcadores de dano muscular após um protocolo de corrida em declive (PCD).

## **2. Justificativa**

O presente estudo visa contribuir de maneira efetiva na busca por um artifício terapêutico que otimize a recuperação muscular de pessoas que se envolvem em rotinas de treinamento, sejam elas atletas ou praticantes recreacionais. Por isto é necessário a compreensão dos reais efeitos do uso da BCPI sobre os indicadores de recuperação muscular, que apesar de ser muito utilizada com este intuito, os seus efeitos ainda não são conclusivos perante a literatura. Outro aspecto a ser ressaltado é a da estimulação e a aplicação de conceitos técnicos e científicos na atuação do profissional fisioterapeuta, deixando o empirismo de lado, buscando fundamentação que resulte em um melhor tratamento para o paciente atleta, bem como aprimoramento profissional.

## **3. Hipótese**

A hipótese do estudo é que a BCPI promoverá benéficos sobre os marcadores indiretos de recuperação muscular após um PCD.

## **4. Objetivo geral**

Avaliar os efeitos do uso das BCPI sobre marcadores indiretos de dano muscular após um PCD.

## **5. Objetivos específicos**

- Monitorar os efeitos do uso da BCPI sobre a DMT específica dos músculos Reto Femoral (RF) e Vasto Lateral (VL) após um PCD.
- Quantificar os efeitos do uso da BCPI sobre a eco-intensidade do RF e VL após um PCD.
- Quantificar os efeitos do uso da BCPI sobre a recuperação de parâmetros de torque após um PCD.

## **6. REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**

### **6.1 Recovery e esportes**

Algumas modalidades terapêuticas têm sido utilizadas com o intuito de otimizar a função de recuperação muscular e conseqüentemente diminuir a ação inflamatória provocadas pelas rotinas de treinamento (Areias et al, 2015). Existindo diversas modalidades de intervenção, que são utilizadas para acelerar a recuperação muscular pós atividade física, tais como: alongamentos, massagens, estimulação elétrica, recuperação ativas, técnicas compressivas, crioterapia, hidroterapia, entre outros artifícios (Bahnert; Norton; Lock, 2013). Moreno et al. (2015) observa o fator da individualidade durante a recuperação, pois os atletas ou equipes tendem a dotar métodos diversos com o intuito de acelerar a recuperação e que isto influenciaria nas diferentes percepções sobre os métodos e suas eficácias. Para Tavares, Smith; Driller, (2017) cita que a aplicação de métodos de recuperação pode ser aplicada por um período maior que 48h.

## **6.2. BCPI**

O uso da BCPI foi inicialmente utilizado em pacientes para prevenir a trombose venosa após intervenções cirúrgicas, ou durante longos períodos de permanência no leito, tendo como principal mecanismo de ação a eliminação da estase venosa, aumentando assim tanto a velocidade como do volume de fluxo sanguíneo no interior das veias em direção ao coração (Urbankova et. al, 2005). Morris, (2008) classifica a BCPI com uma terapia simples, que durante o seu uso câmaras pneumáticas ligadas a uma bomba são aplicadas aos membros, funcionando imitando a compressão intermitente da função vascular ocorrida durante a contração muscular do membro. A compressão pneumática auxilia a drenagem dos fluidos para as áreas proximais pelo aumento das pressões nos vasos linfáticos e meio intersticial, através de câmaras de ar com vários formatos, por um sistema de compressão de ar. Um dos artifícios de incentivo a melhoria de função mais aplicados atualmente é a BCPI, que apresenta câmaras insufláveis graduais de pressão (0-300 mmHg), aplicados para facilitar o fluxo linfático e sanguíneo na região a ser utilizada (Uzkeser et al, 2015). Funcionando com um aspectos de massagem, o sistema de recuperação da BCPI é tem finalidade de aumentar a circulação no segmento, provocando a sensação de alívio de dores, o que poderia beneficiar praticantes de atividade física (Draper et. al, 2020).



Mais recentemente, o uso da BCPI tem sido empregado no contexto do exercício físico tanto de maneira isolada quanto de maneira combinada com outros métodos de recuperação. Na tabela 1 de revisão narrativa, estão os principais estudos que utilizaram a BCPI no contexto esportivo.

<b>Autor (ano)</b>	<b>Nº participantes</b>	<b>Modelo da BCPI</b>	<b>Protocolo de aplicação da BCPI e outra técnica</b>	<b>Comparativo</b>	<b>Momentos avaliados</b>	<b>Exercício utilizado</b>	<b>Variáveis avaliadas</b>	<b>Principais resultados BCPI</b>
Chleboun et al., 1995	22♀	Chattanooga Bomba de “pressão”	LCPI a 60mmHg, 40 segundos de insuflação, 20 desinsuflação por 20 minutos.	LCPI, sem GC	Pré, pós - 24-48-72-96	três séries de exercício excêntrico realizado com pesos iguais a 90%, 80% e 70% da CVMI. descida do peso por 5 segundos.	MDC; RADM e PT.	A LCPI diminuiu significativamente a circunferência e a rigidez principalmente nos dias 2 e 3 após o exercício.
Cochrane et al., (2013)	10 ♂	Normatec MVP®, MA	30 min; 70mmHg (distal); 80mmHg (medial) e 60 mmHg (proximal); 30s:30s	GC GTBCPI	Pré; Pós; 24h, 48h e 72h	3 séries de 100 repetições excêntricas de extensores do joelho	PTI; PMTC; PTME; ASVU; PPSU: CK	Não apresentou melhoras em nenhuma variável em relação ao grupo controle.
Hanson et al., (2013).	GRP=7♀ GRA=7♀ GBCPI=7♀	NormaTec	BCPI 80mmHg cada uma com duração de 20 minutos. Recuperação ativa: 20 minutos na	BCPI. Recuperação ativa na bicicleta ergometric	Pré e pós dano muscular e após aplicação	teste anaeróbico de ciclismo de ergometrico	LS	Conclusão: Os resultados indicam que durante a fase de recuperação, uma unidade BCPI é mais

			bicicleta ergométrica a 40% da PFC	aativa ou passiva,	da intervenção			eficaz do que a recuperação passiva na remoção de LS.
Martin et al., 2015	7=♀ 7=♂	NormaTec,	BCPI de 70 mm Hg, nas 5 câmaras. Com 1 minuto para encher e esvaziavam por 30s. Com tempo total de 30 min.	BCPI e BCPI desligada	Familiarização entre 3 a 7 e entre as series de 100 rpm execução do protocolo no ciclo ergômetro	Ciclo ergômetro de 100 a 70% rpm	PPB, PMB, IDF e CLS.	A BCPI não teve um efeito significativo na recuperação em comparação com o placebo num modelo de exercício anaeróbico repetido com um período de recuperação relativamente longo.
Keck et al., (2015)	5BCPI=♂ 5GRP =♂	NormaTec	BCPI a 70 mm/Hg, com der insuflação de cada câmara por 30 s para cada câmara. e 30 segundos de desinfluação. Com duração total de 1 hora.	BCPI e BCPI vazia (RP)	Pré, imediata mente a pós,	2 tentativas consistindo em um passeio de depleção de glicogênio de 90 minutos	Análise da ressíntese de glicogênio	Não houve diferença na RG muscular durante o período de recuperação RP e BCPI,

O'Donnell; Driller, (2015).	10♀	Recovery Pump	BCPI com pressão de 80 mmHg , com ciclo inflando e desinflação de 30 segundos, com tempo total de 30 minutos. GC permaneceu deitado pelo mesmo tempo.	BCPI e GC	Uma intervenção imediata após	Uma sessão intervalada de alta intensidade de 40 minutos em um cicloergômetro, seguida por um período de recuperação de 30 minutos, seguida de uma sessão contra-relógio de corrida de 5 km em esteira	LS e RQT	Não houve diferenças significativas entre os ensaios para concentrações de LS ou RQT.
Hoffman, et al., (2016)	GBPCI= 24 GM= 25 GC= 23 Não ocorreu a descrição para gênero dos	(modelo 701RA; Recovery Pump	Aplicação única da BCPI de 20 min, de 80 mmHg, com 8 a 10 segundos inflando, e 15 segundos desinflada. A massagem teve duração de 20 minutos, com movimentos	BCPI, Massagem e descanso na posição de supino por 20 min.	Pré, pós, 72h e 120h	Western States Endurance Run de 161 km de 2015	CK, PSd, corrida de 400 m	O estudo observou que a massagem e a BCPI melhora imediata na PSD. No entanto, não houve evidência de que um único tratamento melhorou a PSD e melhora no desempenho de função na corrida de 400m.

	participantes.		clássicos da massagem desportiva. O grupo controle permaneceu deitado pelos mesmos 20 minutos.					
Winke; Williamson, (2018).	4=♀ 4=♂	NormaTec, Newton Center,	a 100 mmHg) m ciclo completo de inflar e desinflar os cinco compartimentos de 5 minutos, com 4 repetições e tempo total 20 min	GRP e LCPI	Após, 24h, 48h, 72h, 96h e 120h.	4° séries de 25 repetições de flexão isocinética concêntrica do cotovelo seguida de extensão excêntrica do cotovelo a 60°/segundo	MDC, ADM	Os resultados indicam que diminuição no PDS comparado com o controle.
Martínez-Guardado et al., (2020)	26♀ 26♂	(LX7 [E0651], Doctor Life® Healthcare	BCPI 20 min a 200 mmHg, com 4 câmaras, ciclos de 60 s (insuflação 40 s [10 s por câmara] e tempo de pausa 20 s) IAG, contínuo de 12 minutos a 12°C	BCPI e IAG	3 aplicações ao término de cada partida	3 partidas de handebol e basquete na mesma semana	FMM, EH, PEP e QS	Conclusões: BCPI + IAG parece ser eficaz para manter alguns índices de recuperação e percepção do esforço percebido.

Draper et al., (2020)	5♀ 5♂	NormaTec, Newton Center, MA	A BCPI em uma configuração de intensidade de 90 mmHg para a 1ª câmara e de nas demais de 100 mmHg, com uma duração de compressão de 30 segundos. Durante 1h	O grupo controle não foi submetido a nenhuma intervenção .	Pré, pós, 24h, 48h, 72h, 96h	20 milhas de corrida 70% ou mais de seu VO <sup>2</sup> MÁX	PCR; PSD	Em conclusão, parece não haver benefícios substanciais do BCPI na promoção da recuperação.
Wiecha; Jarocka; Wiśniow (2021).	BCPI=15♂ PNI= 15♂ Controle= 15♂	BOA-Max 2 (Metrum Cryo Flex)	BCPI de 80 mmHg. O programa selecionado consistia em bombear três camaras com ciclo (insuflação e desinsuflação de duração de 3 minutos e tempo total de 30minutos. A PNI em 5 etapas de 6 minutos. Na 1ª, o tempo de vácuo até	BCPI, PNI e Controle	Imediata após, 24 e 48 horas	100 drop jumps	CK, LD, PPS, PSD	A BCPI e PNI não atenuaram a redução dos marcadores de função muscular ou percepção de dor até 48 h após o exercício de dano muscular.

			pausa foi de 7 a 7 s, com vácuo de -24,7 mmHg. Nos 2º 8 a 6 s, (- 27,7 mmHg); no 3º de 8 a 8 s, (-32,2 mmHg); na 4ª 9 a 9 s, (- 36,7 mmHg), e na 5ª 10 a 10 s, (- 36,7 mmHg).					
--	--	--	---	--	--	--	--	--

**Tabela 1:** BCPI: Bota de compressão pneumática intermitente; LCPI: luva de compressão pneumática intermitente; MDC: medida de circunferência; RADM: rigidez de amplitude de movimento; GC: grupo controle; GBCPI: grupo bota de compressão pneumática intermitente; CVMI: contração voluntária máxima isométrica PTI: Pico de torque isométrico; PMTC: pico médio de torque concêntrico; PTME: pico médio de torque excêntrico; ASVU: Altura do salto vertical unilateral; PPSVU: Pico de potência no salto vertical unilateral; CK: Creatina Kinase; GRP: grupo recuperação passiva; GRA: grupo recuperação ativa; PFC: pico da frequência cardíaca; LS: lactato sanguíneo ; PPB: pico de potência na bicicleta; PMB: potência media na bicicleta; IDF: índice de fadiga; CLS: concentração de lactato sanguíneo; RC: recuperação passiva; RQT: recuperação da qualidade total; RG: ressíntese de glicogênio; PSD: percepção subjetiva de dor; ADM: Amplitude de Movimento; IAG: Imersão em água gelada; FMM: função mecânica muscular; EH: Estado de Hidratação; PEP: Percepção de esforço percebido; QS: Qualidade do Sono; PNI: Pressão Negativa Intermitente; LD: Lactato Desidrogenase; PPSV: Pico de potência no salto vertical;

Os achados de nossa revisão indicam que apenas 11 estudos foram desenvolvidos envolvendo a BCPI e exercício físico sendo que a maioria foi publicado após 2013. Esses resultados indicam que os dados ainda são escassos e o tema é bastante atual. O número de participantes oscilou entre 8 e 72. Além disso a marca de BCPI mais utilizada nos estudos foi a Norma Tec<sup>®</sup> presente em 6 dos 11 estudos avaliados.

Quanto aos parâmetros utilizados durante a aplicação da BCPI, os resultados dos estudos indicaram a utilização de pressões entre 60mm Hg como Chleboun et al., (1995) a 200 mmHg como Martínez-Guardado et al., (2020), aplicados de forma intermitente a cada 15s como Hoffman et al., (2016), a 40s como Chleboun et al., (1995) e Martínez-Guardado et al., (2020), com duração total da sessão variando de 20 min como Chleboun et al., (1995), Hanson, et al., (2013), Hoffman et al., (2016), Williamson, (2018) a 60 min como a realizado por Draper et al., (2020) e Keck et al., (2015). Esses dados indicam uma grande variação nos métodos utilizados. Isso pode ser um dos motivos da ausência de um consenso. Outro fato que chama a atenção dos estudos que utilizaram BCPI foi a utilização de grupos controle que utilizaram ou outras técnicas de recuperação, a BCPI desligada ou nenhuma intervenção. Quanto ao número de aplicações da BCPI, somente dois estudos (O'Donnell; Driller, 2015; Hoffman et al., 2016;). Adotaram uma única intervenção com o equipamento, os demais autores relatam a utilização de mais de uma sessão de aplicação, sendo utilizada até 120h após o exercício.

Os protocolos de exercício utilizados apresentaram grande diversidade de métodos, desde participação em prova de corrida reais, corridas simuladas, torneios e protocolos específicos desenvolvidos em laboratório. Dentre as principais medidas realizadas estão as relativas a parâmetros neuromusculares como o pico de torque e altura do salto (Chleboun et al., 1995; Cochrane et al., 2013; Martin et al., 2015) parâmetros sanguíneos como lactato, CK e LDH também foram observados. Parâmetros funcionais importantes como circunferência dos membros e amplitude de movimento (Chleboun et al., 1995; Winke; Williamson, 2018;) e por fim parâmetros perceptuais como a percepção de DMT e percepção de esforço foram as principais variáveis analisadas (Hoffman et al., 2016; Draper et al., 2020; Wiecha; Jarocka; Wiśniowski., 2021).



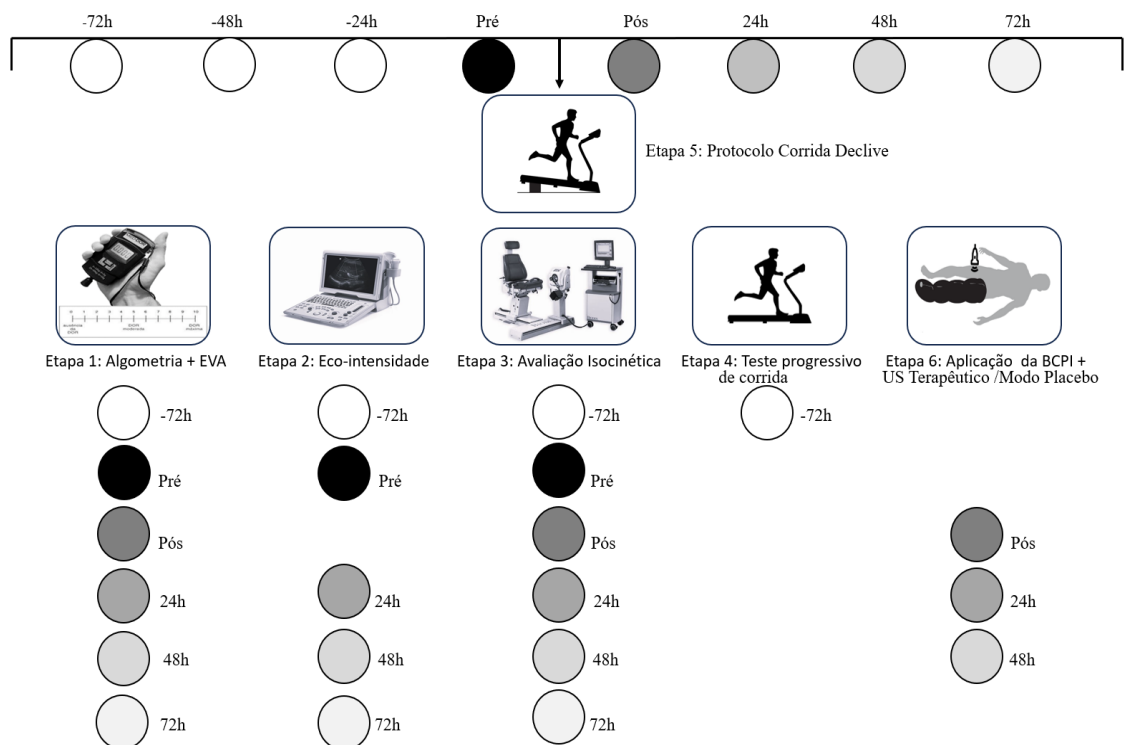
Quanto aos resultados favoráveis ao uso da BCPI, observamos que a BCPI quando comparado com o grupo controle foi capaz de reduzir a circunferência do membro como Chleboun et al., 1995, reduzir a concentração de lactato sanguíneo (Hanson et al., 2013)., redução da DMT imediatamente após a sessão e aumento no desempenho em prova de 400m (Hoffman et al., (2016). Com base em nossas pesquisas, observamos que o tema envolvendo BCPI e exercício físico é escasso e recente. Além disso a grande variedade de materiais e métodos utilizados parece ser um dos responsáveis pela ausência de um consenso perante os resultados encontrados. Apesar disso, algumas evidências existentes mostram que a BCPI é capaz de reduzir a percepção de dor após seu uso. Os mecanismos envolvidos nessa resposta ainda carecem de ser melhor investigado.

## **7. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **7.1. Design experimental**

O estudo foi classificado como um ensaio clínico randomizado, cruzado, cego e controlado por placebo. Registro no The Universal Trial Number (UTN) U1111-1297-4661 e REBEC ID RBR-48hdw55. Após todos assinarem o TCLE deu-se início a realização do protocolo em 6 etapas: 1) Determinação da DMT específica por meio da algometria; 2) Avaliação da qualidade muscular (eco-intensidade) por meio da ultrassonografia; 3) Avaliação do torque concêntrico e excêntrico de extensores e flexores dos joelhos em dinamômetro isocinético; 4) Realização de teste progressivo máximo em esteira; 5) Realização da corrida simulada em declive; 6) Aplicação da BCPI em um dos membros. Todos os momentos realizados na pesquisa estão descritos na figura 01. A determinação do membro inferior que recebeu o tratamento com a BCPI ou o placebo (ultrassom terapêutico desligado) foi determinada de forma randomizada por um dos pesquisadores não envolvido com a coleta de dados do estudo. Aos voluntários foram informados que o estudo estava investigando quais das duas estratégias de recuperação (BCPI e Ultrassom terapêutico) era o mais eficiente em promover a recuperação pós PCD. Todos os participantes foram instruídos a não realizarem atividades físicas, ingerir bebidas alcoólicas e medicamentos anti-inflamatórios, durante toda duração do estudo. Todos as

etapas foram realizadas no Laboratório de Estudos do Desempenho Humano - LEDEHU/UFAM.



**Figura1:** Linha do tempo do estudo experimental, mostrando a sequência adotada para a realização das atividades.

## 7.2. Participantes

Fizeram parte do estudo 17 homens ( $23,3 \pm 2,4$  anos,  $82 \pm 14,8$ kg e  $173 \pm 0,06$ cm). O número de sujeitos foi determinado considerando o tamanho de efeito de 0.5 (efeito moderado), poder estatístico de 0.80 e nível de significância de 0.05. Conseqüentemente o mínimo de 17 foi determinado para detectar para os efeitos do uso da BCPI versus placebo. O tamanho da amostra foi determinado pelo Software G\*Power versão 3.1.9.2 (universidade de Kiel, Kiel, Alemanha). Os critérios de inclusão foram: (a) ter idade entre 18 e 30 anos, (b) ser fisicamente ativo de acordo com o IPAQ, (c) não ter praticado treinamento de força nos três meses que precedem o estudo. Os critérios de exclusão foram: (a) ser tabagista, (b) portador de doenças ou processos infecciosos ou inflamatórios visíveis ou conhecidos c) histórico de lesão em membros inferiores nos últimos 6 meses d) usuário de medicamentos anti-inflamatório, fitoterápicos, substâncias ergogênicas, tais como creatina, arginina e cafeína, ou suplementos

de micronutrientes. Todos os procedimentos metodológicos foram aprovados pelo comitê de ética onde o estudo foi desenvolvido. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo CEPESH da Universidade CAAE: 65240622.9.0000.5020.

### **7.3. Randomização**

Para cada participante, foi realizado um sorteio de identificação do membro que recebeu o tratamento com BCPI, onde 50% dos membros inferiores sorteados foram para o lado direito e 50% para o lado esquerdo. O membro contralateral ao sorteio, recebeu o tratamento placebo (ultrassom terapêutico desligado).

### **7.4. Protocolo de avaliações**

#### **7.4.1. Determinação da DMT específica**

A DMT foi quantificada sempre pelo mesmo avaliador. O modelo seguido foi adaptado do estudo de Chesterton et al., (2007) Os participantes foram questionados sobre a DMT (escala de 0 a 10 pontos) nas regiões dos músculos Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF), após o avaliador aplicar uma pressão de 50N com um dinamômetro manual (Instrutherm DD-200 - área de contato 1x1cm) sobre a região. O local da aplicação da pressão foi a distância média entre a espinha íliaca ântero-superior e a borda superior da patela e cabeça da fíbula. Todas as avaliações de DMT foram realizadas tanto no membro tratado com a BCPI quanto no membro tratado com placebo.

#### **7.4.2. Avaliação da qualidade muscular**

Todas as avaliações envolvendo a eco intensidade (EI) foram realizadas por um único pesquisador experiente. Para avaliação qualidade muscular, por meio da eco-intensidade foi usado o sistema de ultrassonografia em modo B (Mindray, China) com uma sonda linear-array operando a 32 Hz (60 mm, 7,5 MHz, profundidade de 3,0 cm, sem filtro de imagem). Todos os voluntários foram instruídos a não realizar nenhuma atividade física vigorosa por 48 horas antes dos testes (Baroni, et al., 2013). A qualidade muscular avaliada pela EI foi determinada para os músculos Reto Femoral (RF) e Vasto Lateral (VL), com três imagens de US sendo obtidas para cada músculo com o sujeito em repouso. A

sonda de US foi coberta com gel de transmissão hidrossolúvel e posicionada longitudinalmente às fibras musculares e perpendicular à pele a 50% (RF, VL) (Geremia et al., 2018).

As imagens foram analisadas pelo software Image J (linha reta, cor da linha: amarelo, versão 1.48v, National Institutes of Health, Bethesda, MA, Estados Unidos). A EI foi determinada de acordo com protocolo proposto por Caresio et al., (2014). O EI médio foi determinado usando uma função padrão de histograma em escala de cinza e expresso como um valor entre 0 (preto) e 255 (branco). Imagens de ultrassonografia foram realizadas em ambos os membros inferiores.

#### **7.4.3. Avaliação do pico de torque de extensores e flexores do joelho.**

O pico de torque concêntrico e excêntrico de extensores e flexores do joelho foram avaliados em dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Biodex Medical Systems, United States). Utilizou-se um protocolo adaptado de Rossato et al., (2018), onde os participantes permaneceram sentados, com uma flexão de 85° do tronco e inicialmente o membro inferior avaliado fixado ao dinamômetro. Todas as calibrações foram realizadas de acordo com as recomendações dos fabricantes. A amplitude de movimento foi de 70°, sendo 90° a extensão completa do joelho. O protocolo consistiu: 1) 20 repetições de aquecimento (90°/s); 2) três séries de cinco repetições a 60°/s em modo concêntrico tanto para extensores quanto para flexores do joelho; 3) três séries de cinco repetições a 60°/s em modo excêntrico tanto para extensores quanto para flexores do joelho. Foram registrados o pico de torque (PT) para cada movimento analisado.

#### **7.4.4. Determinação do pico de velocidade aeróbia**

A determinação do pico de velocidade aeróbia (PVA) foi adaptada do estudo de Dellagrana et al., (2020). Os participantes realizaram um teste progressivo máximo de corrida em esteira ergométrica (Moviment 350RT, Manaus, Brasil). A velocidade inicial foi de 6km/h sendo acrescido 1km/h a cada minuto, até a exaustão voluntária máxima. O PVA, sendo adotado o maior índice de velocidade completada por minuto antes da exaustão.

### **Protocolo de corrida em declive**

O protocolo de corrida em declive (PCD) foi adaptado de Baumann et al., (2014), onde foi utilizado 70% do PVA. O declive aplicado foi de  $-3^\circ$ , sendo realizados 6 séries de 5 minutos, com intervalos de 2 minutos entre as séries, totalizando 40 minutos de sessão.

### **Aplicação da BCPI e placebo do ultrassom terapêutico**

Para o uso da BCPI foi utilizado o equipamento *Rebolt Go Premium Boost System*®. A sessão de intervenção teve duração de 30 minutos, com pressão padrão de 100 mmHg. A insuflação gradativa das câmaras ocorreu partindo dos pés em direção às coxas. Cada uma das 5 câmaras de ar comprimiu o membro por 30 segundos e então foi esvaziada e insuflada. O ciclo de alternância permaneceu até o término do tempo estipulado. Somente o membro sorteado recebeu o tratamento com BCPI.

A aplicação do ultrassom terapêutico placebo (desligado) ocorreu na região da coxa, com ênfase nas áreas dos músculos reto femoral e vasto medial do membro oposto à aplicação da BCPI, com tempo de duração de 15 minutos em cada área, totalizando 30min. Utilizou-se utilizando gel de contato e movimentos tradicionais de seu uso com deslizamento lento e rítmico durante todo o tempo estabelecido. A aplicação da BCPI e placebo ocorreram simultaneamente e em três momentos após o PCD (imediatamente após, 24h e 48h).

## **8. Análise estatística**

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis com distribuição normal será usada a ANOVA two-way (tempo vs. tratamento) seguido do posthoc e o teste complementar de Tukey. O nível de significância adotado foi igual ou menor a 5% ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, mediana e intervalo interquartil (25%-75%) ou percentual (%). As análises foram realizadas usando o programa SPSS for Windows.

## RESULTADOS

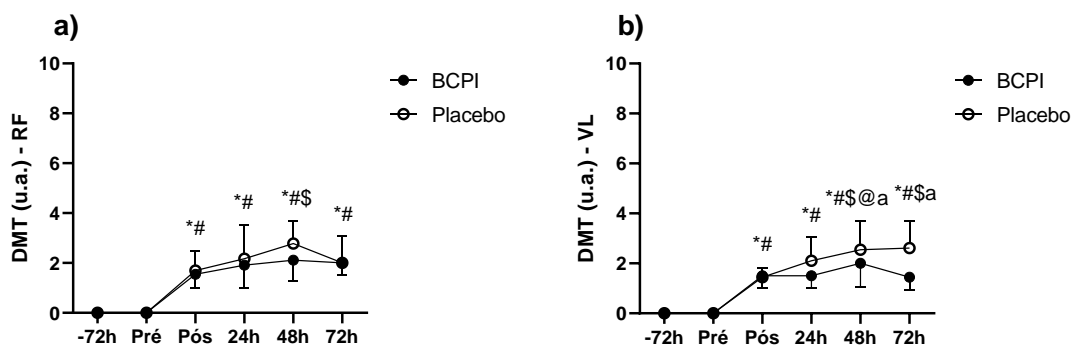
Na tabela 1, estão apresentados os valores individuais, médias e desvios padrão para o PVA e 70% do PVA utilizado no PCD. Os valores médios para PVA foram de  $14,7 \pm 1,5$  km/h, e a velocidade média utilizada no PCD (70% do PVA), foi de  $10,3 \pm 1,1$  km/h.

Participantes	PVA km/h	70% PVA km/h
Participante 1	15	10,5
Participante 2	18	12,6
Participante 3	14	9,8
Participante 4	15	10,5
Participante 5	16	11,5
Participante 6	12	8,4
Participante 7	15	10,5
Participante 8	14	9,8
Participante 9	17	11,9
Participante 10	13	9,1
Participante 11	15	10,5
Participante 12	15	10,5
Participante 13	16	11,5
Participante 14	15	10,5
Participante 15	13	9,1
Participante 16	13	9,1
Participante 17	13	9,8
Média $\pm$ DP	$14,7 \pm 1,5$	$10,3 \pm 1,1$

**Tabela 2:** Número de participantes; PVA km/h, individual e média; 70% PVA km/h, individual e média.

Em relação a DMT avaliada no RF e VL nos diferentes momentos em ambos os grupos, os valores estão apresentados na Figura 2. Para DMT do RF os valores estão apresentados na Figura 2a. Não observamos interação significativa entre tempo-tratamento ( $F=5,160$ ;  $P<0,2537$ ;  $\eta^2p=-0,02$ ) e efeitos do tratamento ( $F= 1,32$ ;  $P=0,2234$ ;  $\eta^2p=0,01$ ). Somente encontramos efeitos significativos para o tempo ( $F=5,160$ ;  $p<0,0001$ ;  $\eta^2p=3,04$ ), onde os valores de Pós ( $p<0,0001$ ), 24h ( $p=0,0001$ ), 48h ( $p<0,0001$ ), 72h ( $p=<0,0001$ ) foram

estatisticamente superiores aos observados -72h. Além disso, os valores de Pós ( $p < 0,0001$ ), 24h ( $p < 0,0001$ ), 48h ( $p < 0,0001$ ) e 72h ( $p < 0,0001$ ) foram estatisticamente superiores ao momento Pré. Por fim, o DMT referente a 48h ( $p < 0,0001$ ) apresentou valores estatisticamente superiores ao observado no momento Pós. Os valores de DTM apresentados no VL em diferentes momentos e em ambos os grupos, estão demonstrados na Figura 2b. Observamos interação significativa para tempo-tratamento ( $F=5,160$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=0,02$ ), indicando que o uso da BCPI foi eficiente em promover menores valores de DMT, quando comparado ao placebo a partir das 48h após a PCD. Também foram observados o efeito do tratamento ( $F= 1,32$ ;  $P=0,0064$ ;  $\eta^2 p=0,01$ ) e tempo ( $F=5,16$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 p=3,04$ ), onde os valores de Pós ( $p < 0,0001$ ), 24h ( $p=0,0001$ ), 48h ( $p < 0,0001$ ) e 72h ( $p < 0,0001$ ) foram estatisticamente superiores aos observados -72h ao PCD. Além disso, os valores de Pós ( $p < 0,0001$ ), 24h ( $p < 0,0001$ ), 48h ( $p < 0,0001$ ) e 72h ( $p < 0,0001$ ) foram estatisticamente superiores ao momento Pré. Os valores de 48h ( $p < 0,0001$ ) e 72h ( $p=0,0022$ ) apresentam valores estatisticamente superiores ao observado no momento Pós. Por fim, os valores identificados de 48h ( $p= 0,0180$ ) são maiores estatisticamente superiores aos apresentados em 24h após o PCD.



**Figura 2.** Comportamento da DMT no RF e VL, nos diferentes momentos para o membro tratado com BCPI e o membro tratado com Placebo.

\* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação -72h

# Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação Pré

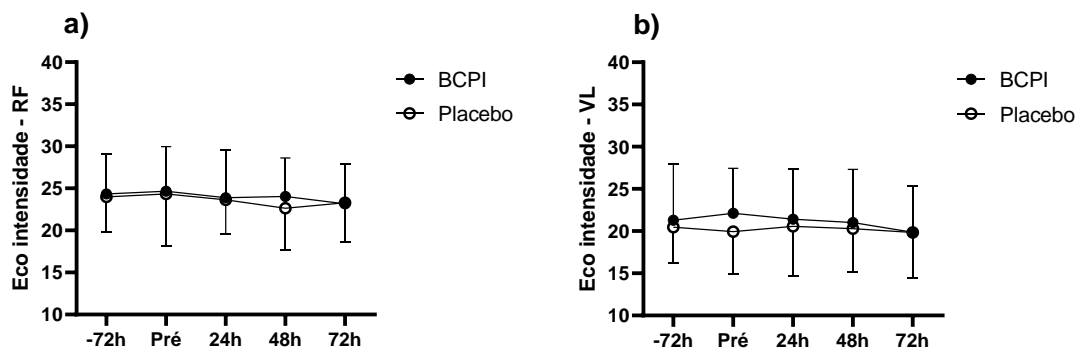
\$ Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação Pós

@ Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação 24h

a Interação tempo-tratamento

Em relação aos parâmetros de EI avaliados para RF e VL, nos diferentes momentos em ambos os grupos, os valores estão apresentados na Figura 3. Em relação dos valores de EI do músculo RF (Figura 3a) não foi observada interação

tempo-tratamento ( $F=4,128$ ;  $p=0,6106$ ;  $\eta^2p=0,02$ ), tratamento ( $F= 1,32$ ;  $p=0,7852$ ;  $\eta^2p=0,02$ ) e tempo ( $F=5,16$ ;  $p=0,0586$ ;  $\eta^2p=0,08$ ). Resultados semelhantes também foram observados em relação a EI do VL (Figura 3b), onde também não foram observadas diferenças significativas para interação tempo-tratamento ( $F=4,128$ ;  $p=0,6161$ ;  $\eta^2p=0,02$ ), tratamento ( $F=1,32$ ;  $p=0,5940$ ;  $\eta^2p=0,04$ ) e tempo ( $F=4,128$ ;  $P=0,3802$ ;  $\eta^2p=0,04$ ).

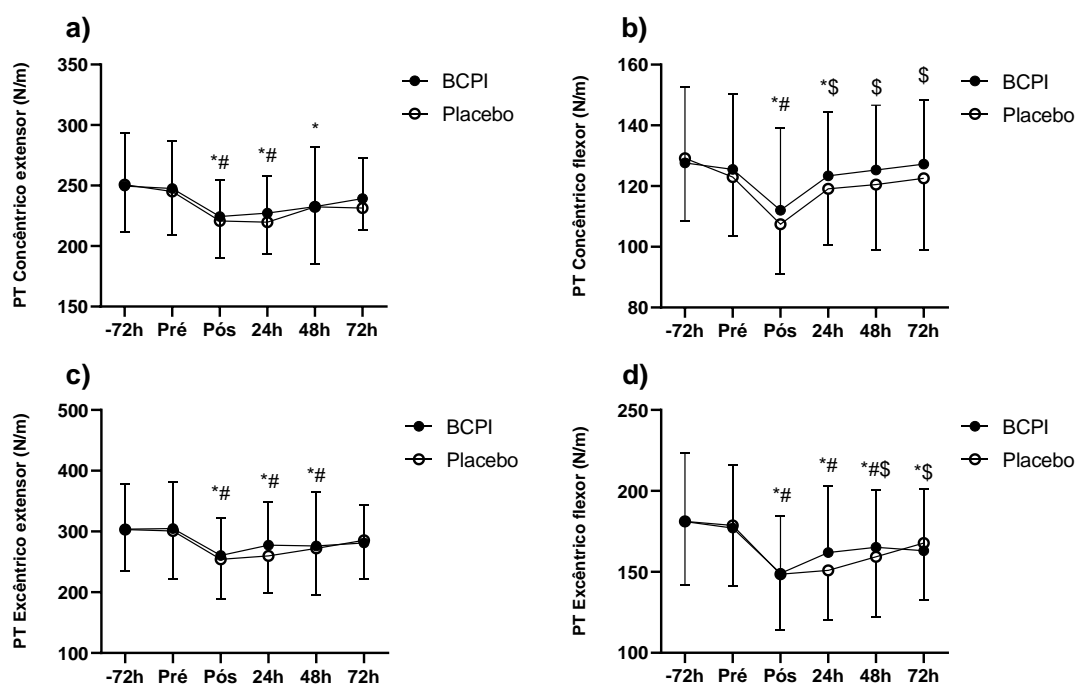


**Figura 3.** Comportamento da EI no RF e VL, nos diferentes momentos para o membro tratado com BCPI e o membro tratado com Placebo.

Quanto aos parâmetros de torque avaliados, nos diferentes momentos em ambos os grupos, os valores estão apresentados na Figura 4. Na figura 4a), estão apresentados os valores de PT concêntrico de extensores do joelho. Não foi observada interação tempo-tratamento ( $F=5,160$ ;  $p=0,94$ ;  $\eta^2p=0,01$ ) e efeito dos tratamentos ( $F= 1,32$ ;  $p=0,769$ ;  $\eta^2p=0,01$ ), somente efeito do tempo ( $F=5,16$ ;  $p<0,0001$ ;  $\eta^2p=0,29$ ), onde os valores de Pós ( $p<0,0001$ ), 24h ( $p<0,0001$ ) e 48h ( $p=0,0166$ ), foram estatisticamente inferiores aos valores obtidos para -72h. Também foram observados valores estatisticamente inferiores nos momentos Pós ( $p=0,0003$ ) e 24h ( $p=0,005$ ) quando comparado com o momento Pré. Os valores de PT concêntrico de flexores de joelho, estão apresentados na figura 4b). Não observamos interação tempo-tratamento ( $F=5,160$ ;  $p=0,70$ ;  $\eta^2p= 0,04$ ), nem efeito do tratamento ( $F= 1,32$ ;  $p=0,64$ ;  $\eta^2p=0,08$ ), somente efeito do tempo ( $F=5,16$ ;  $p<0,0001$ ;  $\eta^2p=0,53$ ), onde os valores de Pós ( $p<0,0001$ ) e 24h ( $p=0,0279$ ) foram estatisticamente inferiores aos observados -72h. Além disso, os valores de Pós foram estatisticamente inferiores ( $p<0,0001$ ) ao momento Pré. Por fim, os valores de 24h ( $p<0,0001$ ), 48h ( $p<0,0001$ ) e 72h ( $p<0,0001$ ), apresentaram valores estatisticamente superiores aos observados no momento Pós. Em relação ao PT excêntrico de extensores os valores estão apresentados na Figura 4c). Assim como os demais, não observamos interação tempo-



tratamento ( $F=5,160$ ;  $p=0,88$ ;  $\eta^2p=0,02$ ), nem efeito tratamento ( $F= 1,32$ ;  $p=0,82$ ;  $\eta^2p=0,01$ ), somente efeitos do tempo ( $F=5,16$ ;  $p<0,0001$ ;  $\eta^2p=0,28$ ), onde os valores de Pós ( $p<0,0001$ ), 24h ( $p=0,0017$ ), e 48h ( $p=0,0160$ ), apresentaram reduções significativas em relação a -72h. Resultados semelhantes também foram observados quando comparado os valores de Pós ( $p<0,0001$ ), 24h ( $p=0,0023$ ), e 48h ( $p=0,0204$ ), com os valores obtidos no momento Pré. Por fim, os valores do PT excêntrico de flexores estão apresentados na figura 4d). Não houve interação tempo-tratamento ( $F=5,160$ ;  $p=0,51$ ;  $\eta^2p=0,05$ ), nem efeito do tratamento ( $F= 1,32$ ;  $p=0,876$ ;  $\eta^2p=0,01$ ), somente efeito do tempo ( $F=5,16$ ;  $p<0,0001$ ;  $\eta^2p=0,53$ ), onde os valores de Pós ( $p<0,0001$ ), 24h ( $p<0,0001$ ), 48h ( $p=0,0004$ ) e 72h ( $p=0,0057$ ), apresentaram valores estatisticamente inferiores aos observados no momento -72h. Também foram observados valores estatisticamente inferiores quando comparados com o Pré nos momentos Pós ( $p<0,0001$ ), 24h ( $p<0,0001$ ) e 48h ( $p=0,0064$ ). Por fim, os valores observados nos momentos 48h ( $p=0,0330$ ) e 72h ( $p=0,0028$ ), foram estatisticamente superiores aos observados no momento Pós.



**Figura 4:** Comportamento dos parâmetros de torque, nos diferentes momentos para o membro tratado com BCPI e o membro tratado com Placebo.

\* Diferença significativa ( $p< 0,05$ ) em relação -72h

# Diferença significativa ( $p< 0,05$ ) em relação Pré

\$ Diferença significativa ( $p< 0,05$ ) em relação Pós

## 10. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do uso das BCPI sobre marcadores indiretos de dano muscular como a DMT, EI e parâmetros de torque concêntrico e excêntrico de extensores e flexores do joelho, após um PCD. Para isso, utilizamos o membro contralateral como controle. Os principais achados indicaram que o PCD utilizado foi efetivo para aumentar a DMT e promover reduções dos parâmetros de torque por até 48h após PCD. Além disso, o uso da BCPI foi eficiente somente para redução da DMT após 48h no VL quando comparado com o placebo, sem alteração para os demais indicadores avaliados. Nossa hipótese inicial era de que a BCPI, em função da sua drenagem compressiva, pudesse estimular a recuperação funcional dos marcadores avaliados.

Nossos dados corroboram com a literatura que indicam que corridas em declive geram elevações na DMT, atingindo picos após 24 ou 48h (Fatouros; Jamurtas, 2016). A corrida em declive apresenta uma maior participação de ações musculares excêntricas, quando comparadas a corridas no plano ou em alicive (Bontemps et al., 2020). Ações excêntricas, por sua vez, causam microdanos as estruturas musculares desencadeando um processo inflamatório (Vernillo et al 2017; Giandolini et al, 2016;). O processo inflamatório, caracteriza-se pela liberação de mediadores inflamatórios, incluindo citocinas pró-inflamatórias (como interleucina-1 $\beta$  e interleucina-6) e prostaglandinas (Terra, 2012). Esses mediadores atuam em receptores de dor (nociceptores) presentes nas fibras nervosas sensoriais, aumentando a sensibilidade à dor (Dewolf; Peñailillo; Willems, 2016). Além disso, fatores como o edema e a pressão intersticial provocam o aumento da permeabilidade dos vasos sanguíneos aumentando da pressão intersticial comprimindo as terminações nervosas, colaborando para o aumento da sensação de dor (Winke; Williamson (2018) sendo neste mecanismo a ação creditada a BCPI. Nossos resultados indicaram que o uso da BCPI provocou menores valores de DMT no VL após 48h. Martin et al, (2015), sugere que a pressão intermitente exercida pelo dispositivo promove aumentos na circulação sanguínea e linfática, facilitando o retorno venoso e redução do edema na região, o que seria o responsável pela redução na DMT.

Estudos que utilizaram a BCPI pós-exercício e avaliaram a DMT apresentam resultados conflitantes. Enquanto alguns autores observaram reduções na DMT (Hoffman et al., 2016; Winke; Williamson 2018; Martínez-Guardado et al., 2020), outros não relataram melhoras na DMT quando comparados com outras técnicas de recuperação (Martinez et al., (2020). Acreditamos que a inconsistência desses achados se deva a variedade metodológica dos estudos. Onde diferentes pressões, modalidades de exercício, tempos de aplicação, momentos de avaliação e ausência de um grupo/membro controle apresentaram uma elevada variação. Considerando que DMT apresenta um componente psicológico importante, acreditamos que a estratégia utilizada em nosso estudo, onde o membro contralateral foi utilizado como controle e a utilização de um placebo (ultrassom terapêutico desligado) ajudou a reduzir possíveis variações na DMT.

Tradicionalmente a IE, apesar de algumas inconsistências que levam a conclusões contrárias aos efeitos fisiológicos esperados, tem sido usada para medir a qualidade muscular, inchaço agudo, glicogênio intramuscular e dano muscular (Wong et al., 2020). Em relação ao dano muscular diversos autores têm observado que aumentos na EI (imagens mais claras) indicam danos nos tecidos conectivos e musculares, além de inflamação (Dos Reis et al., 2023; Taniguchi et al., 2020). No melhor de nosso conhecimento, somente Ghyu et al., (2018) avaliaram os efeitos de 2 protocolos de corrida em declive (-9°; 30min; baixa intensidade = 50% da FCmáx e alta intensidade = 70% FCmáx) sobre a EI dos músculos do quadríceps. Os autores concluíram que em comparação com a intensidade de 50%FCmáx, a intensidade de corrida mais elevada (70%FCmáx) provocou, pioras significativas na EI dos músculos do quadríceps (exceto Vasto Medial), perdurando por até 48h após a corrida em declive. Apesar de termos utilizado intensidade (70%PVA) e duração total semelhante (6 séries de 5 minutos) ao estudo de Ghyu et al., (2018), o declive utilizado pelos autores foi superior ao utilizado por nós (-3°). Portanto, acreditamos que declives maiores são necessários para que alterações significativas sejam detectadas na EI de músculos do membro inferior.

Em relação aos efeitos do uso da BCPI sobre a EI, no melhor de nosso conhecimento, nosso estudo foi o primeiro a avaliar a EI após o uso da BCPI. Considerando que o uso da BCPI poderia exercer efeitos sobre a redução do

edema (Hoffman et al., 2016; Cochrane et al., 1995), nossa hipótese era que as imagens relativas ao membro tratado com a BCPI apresentariam menores valores de EI, quando comparados com o placebo. No entanto, nossos resultados não se confirmaram. Isso pode ter sido devido ao fato de termos utilizado uma inclinação ( $-3^\circ$ ) insuficiente para promover alterações mais significativas.

Em relação aos picos de torque analisados, observamos reduções significativas para todos os parâmetros imediatamente após o PCD (figura 04) quando comparado com os valores basais (-72h e Pré). Com exceção do PTCon\_Flex, todos os demais parâmetros permaneceram significativamente abaixo dos valores basais por 24h. Outra observação foi o fato dos parâmetros excêntricos terem apresentado as maiores reduções (PTEcc\_Ext = -15,3% e PTEcc\_Flex = -16,8%) quando comparado com os parâmetros concêntricos (PTCon\_Ext = -10,2% e PTCon\_Flex = -12,2%). Nossos achados corroboram com Eston et al., (1995) que afirmam que durante corridas em declive, os músculos extensores do joelho, músculos anteriores e posteriores da tibia, além de extensores do quadril tendem a serem sobrecarregados por atuarem como antigravitacionais durante a corrida. Além disso, Close et al., (2004) comparam parâmetros de torque após corrida no plano e em declive (30min, 65%VO<sub>2máx</sub> e -15%). Os autores relataram reduções significativas nos valores de pico de torque concêntrico e excêntrico de extensores do joelho imediatamente após a corrida em declive. Além disso, os valores de pico de torque concêntrico de extensores do joelho permaneceram abaixo dos valores de basais por até 48h. Porém, os autores não reportaram parâmetros de torque dos flexores do joelho. Também, nossos resultados corroboram com os obtidos por Garnier et al., (2018). Os autores avaliaram o pico de torque concêntrico e excêntrico de extensores do joelho após 45 minutos de corrida em declive (-15%) a 75% da FC reserva. Os resultados indicaram que as maiores reduções ocorreram no pico de torque excêntrico (-12,2%) do que concêntrico (-10,2%). No entanto as análises foram realizadas somente com medidas realizadas imediatamente após a corrida em declive. Por tanto nosso estudo foi pioneiro em avaliar tantos parâmetros de torque concêntrico quanto excêntrico de extensores e flexores do joelho tanto antes (-72h e pré), e após o PCD (pós, 24h, 48h e 72h).

Em relação aos efeitos do uso da BCPI sobre a recuperação dos parâmetros de torque, não observamos diferenças significativas em relação ao membro tratado com placebo. Nossos achados corroboram com estudos prévios que também não relataram diferenças em relação ao grupo controle (Cochane et al., 2013; Wiecha et al., 2021). Esses achados indicam que a BCPI parece não ser capaz de promover uma recuperação mais rápida, quando comparada com outras estratégias de recuperação ou mesmo a recuperação sem a utilização de estratégias.

Nosso estudo apresenta limitações e pontos fortes. A ausência da avaliação de marcadores sanguíneos como a creatina kinase e lactato desidrogenase poderiam ter sido uteis avaliar a magnitude do dano muscular provocados pelo PCD. Além disso, medidas que pudessem ser utilizadas para monitorar o edema teriam poderiam ter sido adicionadas a metodologia utilizada. No entanto, a utilização do membro contra-lateral como o controle, a aplicação de um placebo, a diversidade dos marcadores indiretos de recuperação muscular utilizados podem ser considerados pontos fortes do nosso estudo.

## **Conclusão**

Nossos resultados permitem concluir que o PCD utilizado foi efetivo para aumentar a DMT e reduzir os parâmetros de torque avaliados, porém falhou em promover alterações na EI. Além disso, o uso de BCPI foi efetivas apenas para reduzir a DMT no VL após 48h de um PCD. Sugerimos que estudos utilizando a BCPI e PCD com declives maiores do que os utilizados em nosso estudo sejam realizados a fim de confirmar ou refutar nossos achados.

## **Referências**

AREIAS, W.A.; MCNEAL, J.R.; MURRAY, S.R. & PEDRA, M.H. Dynamic raise the pressure threshold for pain in recovering elite athletes: Exploratory study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(5):p 1263-1272, maio de 2015. | DOI: 10.1519/JSC.0000000000000412

BAHNERT, A.; NORTON, K. & LOCK, P. Association between post-match, physical and perceived recovery protocols and performance in elite Australian Football League players. *J Sci Med Sport* 16: 51–156, 2013.

BARONI, B.M.; GEREMIA, J.M.; RODRIGUES, R.; DE AZEVEDO, F.R.; KARAMANIDIS, K. & VAZ, M.A. Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: rectus femoris vs. vastus lateralis. *Muscle Nerve*. 2013 Oct;48(4):498-506. doi: 10.1002/mus.23785. Epub 2013 Jul 15. PMID: 23852989.

BAUMANN, C.W.; VERDE, M.S.; DOYLE, J.A; RUPP; JEFFREY, C.; INGALLS, C.P. & CORONA, BENJAMIM T.; Lesão muscular após corrida em declínio de baixa intensidade reduz a economia de corrida. *Revista de Pesquisa de Força e Condicionamento*: Maio de 2014 - Volume 28 - Edição 5 - p 1212-1218 doi: 10.1519/JSC.0000000000000422.

BONTEMPS, B.; VERCRUYSSSEN, F.; GRUET, M. & LOUIS, J. Downhill Running: What Are The Effects and How Can We Adapt? A Narrative Review. *Sports Med*. 2020 Dec;50(12):2083-2110. doi: 10.1007/s40279-020-01355-z. PMID: 33037592; PMCID: PMC7674385.

CARESIO, C.; MOLINARI, F.; EMANUEL, G. & MINETTO, M.A.; Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015 Sep;35(5):393-403. doi: 10.1111/cpf.12175. Epub 2014 Jun 5. PMID: 24902991.

CHEN, T. C. Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity. *European Journal of Applied Physiology*, 2003. 89(2), 115–121. <https://doi.org/10.1007/S00421-002-0791-1>

CHESTERTON, L.S.; SIM, J.; WRIGHT, C.C. & FOSTER, N.E. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin J Pain*. 2007 Nov-Dec;23(9):760-6. doi: 10.1097/AJP.0b013e318154b6ae. PMID: 18075402.

CHLEBOUN, G.S.; HOWELL, J.N.; BAKER, H.L.; BALLARD, T.N.; GRAHAM, J.L.; HALLMAN, H.L.; PERKINS, L.E.; SCHAUSS, J.H. & CONATSER, R.R. Intermittent pneumatic compression effect on eccentric exercise-induced

swelling, stiffness, and strength loss. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995. Aug;76(8):744-9. doi: 10.1016/s0003-9993(95)80529-x. PMID: 7632130.

CLARKSON, P.M. & HUBAL, M.J.; Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002 Nov;81(11 Suppl):S52-69. doi: 10.1097/00002060-200211001-00007. PMID: 12409811.

CLOSE, G. L., ASHTON, T., CABLE, T., DORAN, D., & MACLAREN, D. P. M. (2004). Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5–6), 615–621. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-1012-2>

COCHRANE, D. J.; BOOKER, H. R.; MUNDEL, T. & BARNES, M. J. Does Intermittent Pneumatic Leg Compression Enhance Muscle Recovery after Strenuous Eccentric Exercise? *International Journal of Sports Medicine* 2013; 34(11): 969 – 974 . DOI: 10.1055/s-0033-1337944.

DELLAGRANA, R.A.; ROSSATO, M.; ORSSATTO, L.B.R.; SAKUGAWA, R.L.; BARONI, B.M. & DIEFENTHAELER, F. Effect of Photobiomodulation Therapy in the 1500 m Run: An Analysis of Performance and Individual Responsiveness. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2020 Dec;38(12):734-742. doi: 10.1089/photob.2019.4785. Epub 2020 Nov 23. PMID: 33227224.

DEWOLF, A.H.; PEÑAILILLO, L.E. & WILLEMS, P.A. The rebound of the body during uphill and downhill running at different speeds. *J Exp Biol.* 2016 Aug 1;219(Pt 15):2276-88. doi: 10.1242/jeb.142976. Epub 2016 May 20. PMID: 27207641.

DOS REIS, T.M.P.; AGUIAR, G.G.; BARBOSA-FILHO, V.; LIMA, E.S. & ROSSATO, M. Effect of açai supplementation (*Euterpe Oleracea* Mart.) associated with exercise in animals and human: a scoping review. *Rev Nutr.* 2022;35:e210266. <https://doi.org/10.1590/1678-9865202235e210266>.

DRAPER, S.N.; KULLMAN, E.L.; SPARKS, K.E.; LITTLE, K. & THOMAN, J.; Effects of Intermittent Pneumatic Compression on Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) em Corredores de Longa Distância. *Int J Exerc Sci.* 2020 Feb 1;13(2):75-86. PMID: 32148616; PMCID: PMC7039487.

FATOUROS, I.G & JAMURTAS, A.Z. Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. *J Inflamm Res.* 2016 Oct 21;9:175-186. doi: 10.2147/JIR.S114635. PMID: 27799809; PMCID: PMC5085309.

GABBETT, T.J.; The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med.* 2016 Mar;50(5):273-80. doi: 10.1136/bjsports-2015-095788. Epub 2016 Jan 12. PMID: 26758673; PMCID: PMC4789704.

GARNIER, Y.M.; LEPERS, R.; DUBAU, Q.; PAGEAUX, B. & PAIZIS, C. Neuromuscular and perceptual responses to moderate-intensity incline, level and decline treadmill exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2018 Oct;118(10):2039-2053. doi: 10.1007/s00421-018-3934-8. Epub 2018 Jul 10. PMID: 29992466.

GEREMIA, J.M.; BARONI, B.M.; BOBBERT, M.F.; BINI, R.R.; LANFERDINI, F.J. & VAZ, M.A. Effects of high loading by eccentric triceps surae training on Achilles tendon properties in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2018 Aug;118(8):1725-1736. doi: 10.1007/s00421-018-3904-1. Epub 2018 Jun 1. PMID: 29858689.

GIANDOLINI, M.; VERNILLO, G.; SAMOZINO, P.; HORVAIS, N.; EDWARDS, W.B., MORIN, J.B. & MILLET, G.Y. Fatigue associated with prolonged graded running. *Eur J Appl Physiol.* 2016 Oct;116(10):1859-73. doi: 10.1007/s00421-016-3437-4. Epub 2016 Jul 25. PMID: 27456477.

HAQ, A.; RIBBANS, W. & BAROSS, A.W.; The Effects of Age and Body Fat Content on Post-Downhill Run Recovery Following Whole Body Cryotherapy. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar 12;18(6):2906. doi: 10.3390/ijerph18062906. PMID: 33809147; PMCID: PMC8001899.



HANSON, E.; STETTER, K.; LI, R. & TOMÁS, R. An Intermittent Pneumatic Compression Device Reduces Blood Lactate Concentrations More Effectively Than Passive Recovery after Wingate Testing. *J Athl Enhancement* 2013, 2:3 <http://dx.doi.org/10.4172/2324-9080.1000115>.

HIGGINS, T.R.; GREENE, D.A. & BAKER, M.K. Effects of Cold Water Immersion and Contrast Water Therapy for Recovery From Team Sport: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2017 May;31(5):1443-1460. doi: 10.1519/JSC.0000000000001559. PMID: 27398915.

HOFFMAN, M.D., BADOWSKI, N.; CHIN, J. & STUEMPFLE, K.J. A Randomized Controlled Trial of Massage and Pneumatic Compression for Ultramarathon Recovery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016 May;46(5):320-6. doi: 10.2519/jospt.2016.6455. Epub 2016 Mar 23. PMID: 27011305.

IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E. & MARCORA, S.M.; Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci.* 2005 Jun;23(6):583-92. doi: 10.1080/02640410400021278. PMID: 16195007.

KECK, N.A.; CUDDY, J.S.; HAILES, W.S.; DUMKE, C.L. & RUBY, B.C. Effects of commercially available pneumatic compression on muscle glycogen recovery after exercise. *J Strength Cond Res.* 2015 Feb;29(2):379-85. doi: 10.1519/JSC.0000000000000772. PMID: 25463693.

KINGSLEY, M.I.; KILDUFF, L.P.; MCENENY, J.; DIETZIG, R.E. & BENTON, D.; Phosphatidylserine supplementation and recovery following downhill running. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 Sep;38(9):1617-25. doi: 10.1249/01.mss.0000229459.11452.a0. PMID: 16960523.

KONG, P.W.; CHUA, Y.H.; KAWABATA, M.; BURNS, S.F. & CAI, C.; Effect of Post-Exercise Massage on Passive Muscle Stiffness Measured Using

Myotonometry - A Double-Blind Study. *J Sports Sci Med*. 2018. Nov 20;17(4):599-606. PMID: 30479528; PMCID: PMC6243630.

KYRÖLÄINEN, H.; BELLI, A. & KOMI, P.V. Biomechanical factors affecting running economy. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Aug;33(8):1330-7. doi: 10.1097/00005768-200108000-00014. PMID: 11474335.

MARTIN, J.S.; FRIEDENREICH, Z.D.; BORGES, A.R. & ROBERTS, M.D. Acute Effects of Peristaltic Pneumatic Compression on Repeated Anaerobic Exercise Performance and Blood Lactate Clearance. *J Strength Cond Res*. 2015 Oct;29(10):2900-6. doi: 10.1519/JSC.0000000000000928. PMID: 25756325.

MARTÍNEZ-GUARDADO, I.; ROJAS-VALVERDE, D.; GUTIÉRREZ-VARGAS, R.; UGALDE RAMÍREZ, A.; GUTIÉRREZ-VARGAS, J.C. & SÁNCHEZ-UREÑA, B. Intermittent Pneumatic Compression and Cold Water Immersion Effects on Physiological and Perceptual Recovery during Multi-Sports International Championship. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2020 Jun 30;5(3):45. doi: 10.3390/jfmk5030045. PMID: 33467261; PMCID: PMC7739238.

MORENO, J.; RAMOS-CASTRO J.; RODAS, G.; TARRAGÓ, J.R. & CAPDEVILA, L. Perfis de recuperação individual em jogadores de basquete. *Período. J. Psicol*. 2015; 18 :1-10. doi: 10.1017/sjp.2015.23.

MORRIS, R.J. Intermittent pneumatic compression - systems and applications. *J Med Eng Technol*. 2008 May-Jun;32(3):179-88. doi: 10.1080/03091900601015147. PMID: 18432465.

O'DONNELL, S. & DRILLER, M. W. The effect of intermittent sequential pneumatic compression on recovery between exercise bouts in well-trained triathletes. *Journal of Science and Cycling*, v. 4, n. 3, p. 19-23, 31 Dec. 2015.

PANZA, V.P.; DIEFENTHAELER, F.; TAMBORINDEGUY, A.C.; CAMARGO C.D.E.Q.; DE MOURA, B.M.; BRUNETTA, H.S.; SAKUGAWA, R.L.; DE OLIVEIRA, M.V.; PUEL, E.D.E.O.; NUNES, E.A. & DA SILVA; E.L. Effects of

mate tea consumption on muscle strength and oxidative stress markers after eccentric exercise. *Br J Nutr.* 2016 Apr;115(8):1370-8. doi: 10.1017/S000711451600043X. Epub 2016 Feb 26. PMID: 26917157.

RADAELLI, R.; BOTTARO, M.; WILHELM, E.N.; WAGNER, D.R. & PINTO, R.S. Time course of strength and echo intensity recovery after resistance exercise in women. *J Strength Cond Res.* 2012 Sep;26(9):2577-84. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823dae96. PMID: 22037095.

ROSSATO, M.; DELLAGRANA, R.A.; SAKUGAWA, R.L.; LAZZARI, C.D.; BARONI, B.M. & DIEFENTHAELER, F.; Time Response of Photobiomodulation Therapy on Muscular Fatigue in Humans. *J Strength Cond Res.* 2018 Nov;32(11):3285-3293. doi: 10.1519/JSC.0000000000002339. PMID: 29385005.

TANIGUCHI, M.; YAMADA, Y. & ICHIHASHI, N. Title page article title; acute effect of multiple sets of fatiguing resistance exercise on muscle thickness, echo intensity and extracellular-to-intracellular water ratio. the names of the authors. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(2), 2013–2019. (2020). <https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp>

TAVARES, F.; SMITH, T.B. & DRILLER, M. Fadiga e Recuperação no Rugby: A Review. *Sports Med.* 2017 Ago;47(8):1515-1530. doi: 10.1007/s40279-017-0679-1. 28150163.

TERRA, R.; SILVA, S.A.G.; PINTO, V.S. & DUTRA, M.L.D. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* [online]. 2012, v. 18, n. 3 [Acessado 21 Setembro 2022], pp. 208-214. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-86922012000300015>>. Epub 30 Ago 2012. ISSN 1806-9940. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922012000300015>.

URBANKOVA, J.; QUIROZ, R.; KUCHER, N. & GOLDBABER, S.Z. Intermittent pneumatic compression and deep vein thrombosis prevention. A meta-analysis

in postoperative patients. *Thromb Haemost.* 2005 Dec;94(6):1181-5. doi: 10.1160/TH05-04-0222. PMID: 16411391.

UZKESER, H; KARATAY, S; ERDEMCI, B; KOC, M & SENEL, K. Efficacy of manual lymphatic drainage and intermittent pneumatic compression pump use in the treatment of lymphedema after mastectomy: a randomized controlled trial. *Breast Cancer.* 2015 May;22(3):300-7. doi: 10.1007/s12282-013-0481-3. Epub 2013 Aug 8. PMID: 23925581

VERNILLO, G.; GIANDOLINI, M.; EDWARDS, W.B.; MORIN J.B.; SAMOZINO, P.; HORVAIS, N. & MILLET, G.Y. Biomechanics and Physiology of Uphill and Downhill Running. *Sports Med.* 2017 Apr;47(4):615-629. doi: 10.1007/s40279-016-0605-y. PMID: 27501719.

WIECHA, S.; JAROCKA, M. & WIŚNIEWSKI, P. The effectiveness of intermittent pneumatic compression and negative pressure therapy on muscle function, pain, and serum muscle damage indices: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 13, 144 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00373-2>.

WINKE, M. & WILLIAMSON S. Comparison of a Pneumatic Compression Device to a Compression Garment During Recovery from DOMS. *Int J Exerc Sci.* 2018 May 1;11(3):375-383. PMID: 29795729; PMCID: PMC5955306.

WON, Y.H; KO, M.H.; KIM, D.H. Compressão pneumática intermitente para trabalhadores em pé prolongados com edema na perna e dor. *Medicina (Baltimore).* 2021 Jul 16;100(28):e26639. doi: 10.1097/MD.00000000000026639. PMID: 34260560; PMCID: PMC8284752.