

Eficácia das meias de compressão no desempenho e na recuperação do exercício: revisão narrativa

Efficacy of compression stockings on exercise performance and recovery: narrative review

DOI:10.34119/bjhrv7n1-588

Recebimento dos originais: 09/01/2024

Aceitação para publicação: 16/02/2024

Tiago Rodrigues Cavalcante

Doutorando em Ciências Biomédicas, Especialista em Cirurgia Vascular pelo MEC e pela Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular

Instituição: Universidade Ceuma

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA, CEP: 65071-380

E-mail: tiagorcavalcante@hotmail.com

Daniel Couto Guimarães

Especialista em Cirurgia Vascular pelo MEC e pela Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular

Instituição: Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA)

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA, CEP: 65071-380

E-mail: dcouto07@gmail.com

Lucas Rodrigues de Freitas

Especialista em Cirurgia Vascular pelo MEC e pela Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular

Instituição: Hospital UDI Rede D'Or

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA, CEP: 65071-380

E-mail: lucas_rfreytas@hotmail.com

Vanisse Portela Ramos Bulcão Loureiro

Especialista em Cirurgia Vascular pelo MEC e pela Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular

Instituição: Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA)

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA, CEP: 65071-380

E-mail: vanisseramos@yahoo.com.br

Nicole Tifane Sampaio Soares

Graduanda em Medicina

Instituição: Universidade Ceuma

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA, CEP: 65071-380

E-mail: nicole.tifane@hotmail.com

Albert de Jesus Cardoso Moreira

Graduando em Medicina

Instituição: Universidade Ceuma

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA,
CEP: 65071-380

E-mail: albert_cardosom@hotmail.com

Larissa do Nascimento Fernandes Lima

Graduanda em Medicina

Instituição: Universidade Ceuma

Endereço: Av. dos Holandeses, 6916, Edf. Marcos Barbosa, Sala 527, Calhau, São Luís - MA,
CEP: 65071-380

E-mail: limalarissa1011@gmail.com

RESUMO

As meias de compressão (MC) são uma vestimenta popular que pode atuar nos domínios fisiológico, físico, biomecânico e perceptivo durante o exercício e na recuperação do exercício, com níveis variados de eficácia. O objetivo desta revisão narrativa da literatura é avaliar os efeitos das meias de compressão no desempenho do exercício de resistência e do esporte e recuperação em atletas de resistência ou de esportes coletivos. Durante o exercício, as MC têm pouco impacto no desempenho da corrida e ciclismo. Melhorias são observadas no salto, agilidade e precisão, embora a pesquisa seja limitada. As MC reduzem o lactato sanguíneo, mas seu efeito no desempenho é insignificante, bem como melhoram a percepção de dor e fadiga durante o exercício. Para recuperação do desempenho, as MC melhoram o desempenho de exercícios de resistência. Elas facilitam a recuperação da força muscular e reduzem a dor e o inchaço após exercícios intensos.

Palavras-chave: meias de compressão, exercício, resistência, desempenho, recuperação.

ABSTRACT

Compression socks (CS) are a popular garment that can affect the physiological, physical, biomechanical, and perceptual domains during exercise and exercise recovery, with varying levels of effectiveness. The aim of this narrative literature review is to evaluate the effects of compression socks on endurance exercise and sports performance and recovery in endurance athletes or team sports athletes. During exercise, CS have little impact on running and cycling performance. Improvements are observed in jumping, agility, and accuracy, although research is limited. CS reduce blood lactate, but their effect on performance is insignificant, as well as improving the perception of pain and fatigue during exercise. For performance recovery, CS improve endurance exercise performance. They facilitate muscle strength recovery and reduce pain and swelling after intense exercise.

Keywords: compression socks, exercise, resistance, performance, recovery.

1 INTRODUÇÃO

A popularidade das roupas de compressão de membros inferiores (RCMI) entre os atletas continua a aumentar¹. Inicialmente, as RCMI eram prescritas, principalmente, para

pacientes com doença venosa crônica². O uso de RCMI com pressão decrescente das partes distais para as partes proximais dessa extremidade, aumenta a velocidade do fluxo venoso, reduz a distensão da parede venosa, melhora a função valvular e estimula o fluxo linfático². Consequentemente, o uso de RCMI graduadas diminui a hipertensão venosa e os sintomas da extremidade edemaciada e melhora a hemodinâmica venosa da extremidade afetada^{2,3}. Em última análise, a pressão decrescente ajuda o sangue venoso a retornar ao coração⁴. Desde que Berry e McMurray⁵ investigaram, originalmente, os efeitos das meias de compressão para atletas, pesquisas sobre seus efeitos no desempenho esportivo e na recuperação pós-exercício continuam surgindo e a popularidade das RCMI continua crescendo entre os atletas.

Quanto às meias de compressão, a grande maioria da literatura sobre desempenho e recuperação de resistência concentra-se em testar a eficácia das meias de compressão principalmente em diferentes populações atléticas (ou seja, corredores, triatletas, ciclistas e outros)⁶. Variações nas populações, no status de treinamento, nos desenhos dos estudos, nas medições pré e pós, no gradiente e grau de pressão de compressão e protocolos de teste de exercício criam uma série de conclusões e resultados mistos na literatura sobre meias de compressão. No entanto, esta revisão se concentrará apenas nas meias de compressão (MC) para manter o foco desta revisão homogêneo a um tipo de roupa de compressão.

O objetivo desta revisão narrativa da literatura é avaliar os efeitos das meias de compressão no desempenho do exercício de resistência e do esporte (ou seja, consumo de oxigênio - máximo e submáximo -, tempo até a exaustão, tempo de corrida) e recuperação (ou seja, concentrações de ácido láctico pós-exercício e percepção de dor muscular) em atletas de resistência ou de esportes coletivos, de indivíduos recreativos e até indivíduos altamente treinados.

2 METODOLOGIA

Esta revisão narrativa pesquisou a literatura nas bases de dados Pubmed, SciELO e Medline utilizando os seguintes termos: (i) em português: “meias de compressão” combinada com “exercício” e “esporte; (ii) em inglês: “compression stocking” e “compression sock” combinada com “exercise” e “sports”.

As informações da literatura selecionada foram consolidadas e categorizadas para atender os objetivos do artigo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DESEMPENHO: RESISTÊNCIA (ENDURANCE)

Dado o benefício proposto pelas meias de compressão na hemodinâmica venosa, não é surpreendente que a maioria da literatura examine sua influência no desempenho do exercício de resistência.

Não foram encontradas diferenças significativas no desempenho em maratonas com o uso de meias de compressão em comparação com não usar meias de compressão em Areces et al.⁷ (214 ± 22 vs. 210 ± 23 min, respectivamente) e Zaleski et al.⁸ ($4:02:33 \pm 0:38:29$ vs. $4:20:42 \pm 0:38:33$, h:min, respectivamente). Enquanto no desempenho nos 10.000 metros não foram encontradas diferenças significativas, também, em Ali et al.⁹ entre as condições de controle, meias de compressão de baixa, média e alta compressão ($39:50 \pm 4:58$ vs. $39:26 \pm 3:57$ vs. $39:41 \pm$ vs. $3:46$, $39:51 \pm 4:01$ min, respectivamente). Em seguida, em um estudo de acompanhamento de Ali et al.¹⁰, não foram encontradas diferenças significativas, novamente, no desempenho nos 10.000 metros entre o grupo de controle e o grupo de meias de compressão (44,7 min vs. 45,0 min). No desempenho em corrida em trilha de 15,6 km, não foram observadas diferenças significativas no tempo de conclusão entre as condições de controle e meias de compressão ($5681,1 \pm 503,5$ vs. $5696,7 \pm 530,7$ seg, respectivamente)¹¹.

Brophy-Williams et al.¹² também relataram que as meias de compressão até o joelho têm um efeito significativo e moderado no desempenho do contra-relógio de 5 km, embora as meias utilizadas aplicassem uma pressão relativamente alta em comparação com outras pesquisas (37 ± 4 mmHg na panturrilha).

Del Coso et al.¹³ empregaram meias de compressão durante um triatlo competitivo de meio Ironman, não encontrando nenhuma mudança na velocidade de natação ou corrida, mas uma pequena melhora na velocidade do ciclismo, que em última análise não melhorou o tempo de finalização.

Um resultado pior, significativo, no desempenho do tempo de exaustão (TTE) foi observado em corredores universitários de cross-country durante um teste máximo em esteira usando meias de compressão em comparação com o grupo placebo ($23,6 \pm 2,4$ min vs. $23,9 \pm 2,5$ min vs $23,6 \pm 2,4$ min, respectivamente)¹⁴. Enquanto isso, Armstrong et al.¹⁵ encontraram diferenças significativas positivas no TTE enquanto os participantes realizavam um teste de esforço máximo em uma esteira, até a exaustão. Comparado com o grupo placebo, o grupo de compressão teve uma melhora de 5,9% no tempo de corrida até a exaustão. Não foram encontradas diferenças significativas no TTE no estudo de Varela-Sanz et al.¹⁶ entre os grupos de meias de compressão e controle (337 vs. 387 seg).

No geral, esses resultados indicam que as MC têm um efeito limitado nas medidas globais de desempenho de resistência.

3.2 DESEMPENHO: REPETIÇÃO DE SPRINTS E ATIVIDADES ESPORTIVAS EM EQUIPE

A influência das roupas de compressão no desempenho foi investigada em uma variedade de esportes em equipe.

Em estudos de desenho semelhante, Gimenes et al.¹⁷ e Pavin et al.¹⁸ investigaram o efeito das MC em medidas de velocidade, agilidade e resistência durante partidas de futebol de 90 minutos ao ar livre. Embora a pressão aplicada nas meias em ambos os casos fosse particularmente alta (20-30 mmHg, conforme relatado pelo fabricante), não houve mudança nas medidas de resistência aeróbica, incluindo distância total, distância percorrida em zonas de baixa velocidade¹⁷ [61] e desempenho no teste Yo-Yo IE2¹⁸. No entanto, foi relatado um aumento significativo na distância percorrida em zonas de velocidade mais alta (>19,1 km/h) e no número de acelerações¹⁷, além de uma melhoria no Test-T de agilidade¹⁸, todos, inclusive, são características importantes para o sucesso em um esporte em equipe intermitente como o futebol.

Vaile, Stefanovic e Askew¹⁹ relataram que atletas de rúgbi em cadeira de rodas usando meias de compressão abaixo do joelho mantiveram melhor seu tempo médio de volta durante sessões de cadeira de rodas de intensidade fixa, embora o tempo máximo de *sprint* tenha permanecido inalterado.

Esses achados estão de acordo com hipótese de que as roupas de compressão (RC) não parecem melhorar a potência ou resistência para habilidades complexas de esportes, mas podem influenciar positivamente a coordenação e a precisão por meio de uma melhor propriocepção como mostrado por Chang et al.²⁰, que avaliaram o efeito das MC graduadas na propriocepção do tornozelo e a relação entre a fadiga e as medidas de propriocepção do tornozelo em corredores de meia maratona em intervalos sucessivos de 7 km durante uma corrida de 21 km. O uso de meias de compressão graduada proporciona um efeito positivo no controle proprioceptivo da articulação do tornozelo somente após 21 km e pode, portanto, reduzir a possibilidade de lesões associadas à diminuição da capacidade proprioceptiva ao longo do tempo durante o exercício.

3.3 DESEMPENHO: RESULTADO FISIOLÓGICO

Nenhuma alteração da glicose no sangue¹³ e da concentração de potássio ou sódio^{7,13} foi relatada nos estudos revisados.

Uma diminuição significativa no lactato sanguíneo com o uso de MC foi relatada durante ou após protocolos de exercícios de resistência, incluindo o final da caminhada²¹ e corrida em testes de esteira em rampa¹⁴. No entanto, as medidas de desempenho (por exemplo, pico de potência, VO₂ máx) nesses protocolos não melhoraram com o uso de MC, apesar de uma diminuição no lactato sanguíneo; e, em um caso, o tempo de fadiga foi menor com o uso¹⁴. Figueiredo M et al²² avaliou os níveis plasmáticos de creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e mioglobina (MB) em jogadoras profissionais de voleibol em três momentos, antes da atividade física (M0), logo após atividade física de alta intensidade utilizando MC (M1) e 7 dias depois, após realização do mesmo protocolo de atividade física porém desta vez sem MC (M2). Foi observado menores índices de CK e LDH em M1 quando comparado a M2, evidenciando menor grau de lesão muscular com uso de MC após treinamento de alta intensidade.

Corredores bem treinados exibiram um pequeno aumento no lactato sanguíneo durante corridas de 6 minutos em esteira¹⁶ e uma corrida submáxima de 45 minutos em esteira²³; bem como um aumento moderado no lactato sanguíneo após um teste de tempo até a exaustão (TTE) em esteira¹⁶, tudo isso durante o uso de meias de compressão. Uma explicação para isso pode ser que o fluxo sanguíneo local é prejudicado com a aplicação de compressão, resultando em um maior acúmulo de lactato muscular²⁴. No entanto, dada a diferença nos métodos de amostragem (plasma ou sangue total) e nos instrumentos usados para medir o lactato sanguíneo, esses achados não devem ser considerados definitivos.

A maioria dos estudos não relatou alteração nas medidas de creatina quinase (CK, principalmente medida no plasma)^{7,25,26} com exceção de uma redução moderada na CK com o uso de meias de compressão durante uma competição de triatlo meio Ironman¹³. No entanto, deve-se notar que a CK como uma medida de dano muscular induzido pelo exercício é questionável, uma vez que é influenciada pelo *status* do treinamento, parece inespecífica para a zona danificada e é considerada mais precisa para estabelecer a ocorrência de dano muscular do que a magnitude de tais danos²⁶.

A medição de mioglobina, uma proteína usada para indicar degradação muscular (embora com os mesmos problemas inerentes à medição de CK ou lactato sanguíneo). Houve um caso de diminuição da mioglobina: uma grande diminuição após um triatlo de longa distância usando meias de compressão¹³.

Isso pode oferecer algum valor prático para atletas que procuram acelerar a recuperação após o exercício. Além disso, um aumento significativo na concentração de mioglobina foi encontrado em corredores recreativos usando meias de compressão até o joelho durante uma corrida submáxima de 10 km em esteira; embora sem qualquer desempenho ou medidas de resultados perceptivos registrados, não está claro como isso afetou os participantes²⁶.

Houve redução moderada na Frequência Cardíaca (FC) basal quando meias abaixo do joelho foram usadas antes de um protocolo de caminhada em esteira²¹. No entanto, em outro estudo, não houve diferenças entre a meia de compressão graduada e a meia de corrida sem compressão na frequência cardíaca, bem como na sua correlação com a sensibilidade de propriocepção do tornozelo com e sem meia de compressão graduada em qualquer ponto durante a corrida²⁰.

Esses resultados mistos sugerem que as MC não influenciam de forma confiável a frequência cardíaca submáxima ou máxima em atletas e não estão correlacionados com os resultados de desempenho.

Da mesma forma, poucos efeitos positivos das MC durante o exercício foram relatados para outras medidas cardiorrespiratórias. Uma redução moderada na %VO₂ máximo foi obtida durante um teste de tempo até a exaustão usando meias de compressão graduada abaixo do joelho¹⁶. Como o estudo utilizou corredores altamente treinados (VO₂ max 59–63 mL kg⁻¹ min⁻¹), uma melhora na economia do uso de oxigênio pode oferecer algum significado prático, mesmo sem melhorias concordantes no consumo e utilização máxima de oxigênio. Comparativamente, as medidas de consumo de oxigênio permaneceram inalteradas com o uso de MC por corredores recreativos²⁷.

Outro suposto benefício do uso das roupas de compressão durante o exercício é que elas podem aumentar o fluxo sanguíneo para a musculatura ativa, o que, por sua vez, pode melhorar a disponibilidade de oxigênio e o desempenho do exercício²⁸. Também, foi sugerido que existe uma relação linear entre a mudança relativa do índice de oxigenação tecidual (TOI) e o nível de compressão aplicada externamente (em mmHg), o que justifica investigações adicionais. No entanto, estudos mais recentes usando protocolos de exercício prolongado relataram resultados conflitantes nessa área, com nenhuma alteração na perfusão do tecido muscular ou na captação máxima de oxigênio durante uma corrida com polainas de compressão²⁹ e uma diminuição significativa no TOI muscular durante uma corrida em esteira com meias de compressão até o joelho, coincidindo com um aumento significativo na pressão intramuscular no músculo tibial anterior²⁶. Conforme discutido por Rennerfelt et al.²⁶ esses resultados mais atuais não sugerem que corredores saudáveis obtenham benefícios circulatórios com o uso de roupas de compressão

durante exercícios prolongados. Este é um ponto-chave de diferença da pesquisa mecanicista inicial com RC que tendia a mostrar uma melhora no fluxo sanguíneo local, mas apenas durante o repouso ou atividade de intensidade muito baixa, geralmente usando populações clínicas.

Corredores amadores sem insuficiência venosa foram avaliados por Castilho Junior et al³⁰ e submetidos a estudos da hemodinâmica venosa com auxílio de pletismografia a ar em três momentos, em repouso, além de avaliação após realização de corrida de 10km em esteira com e sem MC. Foi observado melhora hemodinâmica ao usar MC, obtendo uma diminuição do índice de enchimento venoso (VFI) bilateral e da fração de volume residual (RVF) com significância no membro inferior direito.

3.4 DESEMPENHO: BIOMECÂNICA

O comprimento e a frequência do passo não foram alterados com o uso de meias de compressão e polainas durante corrida em esteira e corrida em trilha ao ar livre, respectivamente^{29,31}.

Outro estudo relatou uma redução significativa na ativação muscular (via ENMG) com o uso de MC durante a corrida, incluindo ativação reduzida do gastrocnêmio durante corridas submáximas em esteira³².

3.5 DESEMPENHO: PERCEPÇÃO

Dois estudos que relataram um aumento significativo na dor e na sensação de aperto e uma diminuição no conforto percebido, foram registradas leituras de pressão aplicada de 26 a 32 mmHg no tornozelo para as meias de alta compressão utilizadas^{10,33}. Esses estudos relataram poucos efeitos positivos das RC no desempenho ou nas medidas fisiológicas, sugerindo que o conforto do atleta está em certa medida relacionado à eficácia das peças. Isso é destacado em Ali et al.¹⁰, onde a altura do salto em contramovimento antes e depois do exercício foi mais bem mantida com meias de baixa e moderada, mas não com meias de alta compressão, que claramente eram desconfortáveis para os participantes com base em suas respostas perceptivas. Por *design*, as MC são capazes de exercer um nível mais alto de pressão do que outras roupas de compressão para a parte inferior do corpo, e, portanto, deve-se ter cuidado para que essas peças sejam percebidas como confortáveis pelos atletas antes de seu usá-las durante o exercício.

O potencial efeito placebo do uso de roupas de compressão tem sido um ponto de discussão de longa data, uma vez que é difícil controlar ou eliminar esse efeito no desenho do estudo. Dois estudos relataram um projeto de pesquisa duplo-cego^{10,33}, ambos usaram diferentes graus de MC, semelhantes na aparência, que foram corretamente identificadas pelos

participantes com base na sensação de aperto percebido¹⁰. Os participantes de Gimenes et al.¹⁷, estudo simples-cego, foram capazes de responder corretamente sobre a versão das meias que usavam. Esses relatórios destacam o problema inerente ao projeto de pesquisa simples ou duplo-cego neste campo, que é que os participantes estão, claramente, cientes quando estão usando uma roupa de compressão e, portanto, o próprio projeto pode ser inapropriado.

Embora os efeitos placebo tenham sido, historicamente, vistos como um incômodo que precisa ser controlado na pesquisa, a teoria neurobiológica emergente sugere que pesquisadores e profissionais podem aproveitar esse efeito para melhorar o desempenho atlético³⁴. Como tal, o chamado efeito placebo muitas vezes pode resultar em uma mudança significativa no desempenho de um atleta individual³⁵ e, à medida que o esporte se torna cada vez mais competitivo e monetizado, essas mudanças pequenas, mas significativas, devem ser valorizadas.

Areces et al.⁷ encontraram diferenças significativas na dor muscular em 24 horas pós-teste entre os grupos MC e placebo. Além disso, Ferguson et al.³⁶ revelou diferenças significativas entre meias de compressão e recuperação passiva na dor muscular percebida nas 24 horas pós-exercício ($3,2 \pm 2,1$ vs. $4,6 \pm 2,0$).

3.6 RECUPERAÇÃO DO DESEMPENHO: RESISTÊNCIA (ENDURANCE)

Armstrong et al.¹⁵ demonstraram uma melhora significativa no TTE de corrida em esteira após um período de recuperação de 48 horas com meias abaixo do joelho após uma maratona competitiva. É digno de nota que este, também, foi concebido como um estudo duplo-cego usando meias placebo ‘minimamente compressivas’; no entanto, dado que apenas as leituras de pressão registradas pelo fabricante foram fornecidas para as meias experimentais, não se sabe se as meias placebo eram de fato não compressivas. Enquanto isso, Brophy-Williams et al.¹² usaram meias de compressão por um período de recuperação de 60 minutos entre sessões de corrida exaustiva em esteira, mostrando um declínio moderado do desempenho no grupo controle em comparação com grupo de compressão. Em ambos os casos, os grupos de participantes eram corredores bem treinados, sugerindo que pode haver um benefício de desempenho em usar meias de compressão entre as corridas exaustivas que é digno de consideração.

3.7 RECUPERAÇÃO DO DESEMPENHO: REPETIÇÃO DE SPRINTS E ATIVIDADES ESPORTIVAS EM EQUIPE

Uma melhora moderada na altura do salto de contramovimento e velocidade média em jogadores de voleibol de elite após usar meias de compressão por aproximadamente 9,5 h³⁷. Neste último, as MC foram utilizadas por jogadores durante um voo de longa distância para uma competição internacional, mostrando uma aplicação prática das RC e o potencial para minimizar alguns dos efeitos prejudiciais de viagens aéreas de longa distância, por exemplo, edema na parte inferior das pernas.

3.8 RECUPERAÇÃO DO DESEMPENHO: RESULTADOS FISIOLÓGICOS DURANTE A RECUPERAÇÃO

Alguns estudos de recuperação também avaliaram o inchaço dos membros após o exercício fatigante como um sintoma de dano muscular induzido pelo exercício³⁷ que pode ser mitigado com o uso de RC. Parece que as MC tendem a ter um efeito benéfico, com reduções significativas na circunferência da panturrilha e na área transversal^{12,38}.

Dado que as RC têm sido usados há muitos anos em ambientes clínicos para minimizar a progressão de edemas, uma redução no inchaço dos membros é um benefício confiável das vestimentas, desde que apliquem uma pressão alta o suficiente para exercer um efeito nos tecidos do corpo. Pesquisas futuras devem considerar, no entanto, que o curso do pico de inchaço muscular pode ser de até 5 dias após o exercício (dependendo do tipo de exercício)³⁹ e, como tal, protocolos de recuperação curtos podem não capturar o verdadeiro potencial das RC para reduzir o inchaço dos membros ao longo do tempo.

Comparado a um grupo controle, não houve alteração na frequência cardíaca durante 30 ou 80 minutos de recuperação após o ciclismo máximo⁴⁰.

Carvalho et al.⁴¹ relataram nenhuma alteração na temperatura média ou máxima da pele quando meias de compressão foram usadas por 24 horas após uma corrida em esteira, embora não se saiba como isso pode mudar em ambientes quentes.

Rider et al.¹⁴ encontraram uma diferença significativa positiva na depuração de ácido láctico entre o grupo usando MC e o grupo placebo ($8,3 \pm 2,2$ vs. $8,2 \pm 2,5$ mmol/L e $13,3 \pm 2,9$ vs. $14,8 \pm$ mmol/L, respectivamente) no pós-exercício. No entanto, não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de ácido láctico pós-exercício em Cabri et al.⁴², utilizando MC em teste submáximo na esteira.

4 CONCLUSÃO

Durante o exercício, as meias de compressão (MC) têm pouco ou nenhum benefício em medidas de desempenho na corrida (por exemplo, tempo de conclusão da corrida, tempo até a exaustão). A altura e potência do salto com contramovimento podem ser melhoradas com o uso de MC (dependendo do grau de pressão), mas o desempenho no *sprint* e tarefas de resistência muscular tende a permanecer inalterado.

Embora a maioria das proteínas/metabólitos musculares não seja alterada com o uso de MC durante o exercício, as medidas de lactato sanguíneo tendem a diminuir em comparação com um grupo de controle, embora isso não esteja frequentemente associado a benefícios significativos para o desempenho.

Durante a recuperação, as meias de compressão (MC) geralmente estão associadas a mudanças positivas no desempenho subsequente de exercícios de resistência (por exemplo, corrida em esteira), mas não no desempenho do *sprint* ou salto. O inchaço dos membros após exercícios que causam fadiga pode ser reduzido com o uso de MC para recuperação, indicando uma melhora positiva no dano muscular induzido pelo exercício.

O gradiente de pressão ótimo e padrão para meias de compressão ainda não foi definido na literatura. Nesta revisão, observamos que o gradiente de pressão varia de 5 a 40 mmHg, mas infelizmente ainda não foi encontrado o gradiente de pressão ideal tanto para o desempenho quanto para a recuperação. A maioria dos gradientes de pressão de meias de compressão foi inicialmente estabelecida com base em estudos clínicos, e é improvável que os efeitos sejam os mesmos em populações atléticas.

REFERÊNCIAS

1. Bovenschen HJ, Booij MT, Van Der Vleuten CJM. Graduated compression stockings for runners: Friend, Foe, or Fake? *J Athl Train*. 2013;48(2):226–32.
2. Xiong Y, Tao X. Compression garments for medical therapy and sports. *Polymers (Basel)*. 2018;10(6):663.
3. Kraemer WJ, Bush JA, Wickham RB, Denegar CR, Gomez AL, Gotshalk LA, et al. Continuous Compression as an Effective Therapeutic Intervention in Treating Eccentric-Exercise-Induced Muscle Soreness. *J Sport Rehabil*. 2001;10(1):11–23.
4. Schuren J, Mohr K. Pascal's law and the dynamics of compression therapy: A study on healthy volunteers. *Int Angiol*. 2010;29(5):431–5.
5. Berry MJ, McMurray RG. Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am J Phys Med*. 1987;66(3):121–32.
6. Engel FA, Sperlich B. *Compression garments in sports: Athletic performance and recovery*. Switzerland: Springer; 2016.
7. Areces F, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Gonzalez-Millan C, Ruiz-Vicente D, Lara B et al. The use of compression stockings during a marathon competition to reduce exercise-induced muscle damage: are they really useful? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(6):462-70.
8. Zaleski AL, Ballard KD, Pescatello LS, Panza GA, Kupchak BR, Dada MR et al. The effect of compression socks worn during a marathon on hemostatic balance. *Phys Sports Med*. 2015;43(4):336–341.
9. Ali, A.; Caine, M.P.; Snow, B.G. Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *J. Sports Sci*. 2007; 25:413–419.
10. Ali, A.; Creasy, R.H.; Edge, J.A. The effect of graduated compression stockings on running performance. *J. Strength Cond. Res*. 2011; 25:1385–1392.
11. Vercruyssen, F.; Easthope, C.; Bernard, T.; Hausswirth, C.; Bieuzen, F.; Gruet, M.; Brisswalter, J. The influence of wearing compression stockings on performance indicators and physiological responses following a prolonged trail running exercise. *Eur. J. Sport Sci*. 2014; 14:144–150.
12. Brophy-Williams, N.; Driller, M.W.; Kitic, C.M.; Fell, J.W.; Halson, S.L. Wearing compression socks during exercise aids subsequent performance. *J. Sci. Med. Sport*. 2019; 22:123–127.
13. Del Coso, J.; Areces, F.; Salinero, J.J.; González-Millán, C.; Abian-Vicen, J.; Soriano, L.; Ruiz, D.; Gallo, C.; Lara, B.; Gonzalez, J. Compression stockings do not improve muscular performance during a half-ironman triathlon race. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2014; 114:587–595.
14. Rider, B.C.; Coughlin, A.M.; Hew-Butler, T.D.; Goslin, B.R. Effect of compression stockings on physiological responses and running performance in division III collegiate cross-

- country runners during a maximal treadmill test. *J. Strength Cond. Res.* 2014; 28:1732–1738.
15. Armstrong, S.A.; Till, E.S.; Maloney, S.R.; Harris, G.A. Compression socks and functional recovery following marathon running: A randomized controlled trial. *J. Strength Cond. Res.* 2015; 29: 528–533.
16. Varela-Sanz, A.; España, J.; Carr, N.; Boullosa, D.A.; Esteve-Lanao, J. Effects of gradual-elastic compression stockings on running economy, kinematics, and performance in runners. *J. Strength Cond. Res.* 2011; 25: 2902–2910.
17. Gimenes, S.V.; Marocolo, M.; Pavin, L.N.; Spigolon, L.M.P.; Neto, O.B.; da Silva, B.V.C.; Duffield, R.; Da Mota, G.R. Compression stockings used during two soccer matches improve perceived muscle soreness and high-intensity performance. *J. Strength Cond. Res.* 2021; 35: 2010–2017.
18. Pavin, L.N.; Leicht, A.S.; Gimenes, S.V.; da Silva, B.V.C.; Simim, M.A.D.M.; Marocolo, M.; da Mota, G.R. Can compression stockings reduce the degree of soccer match-induced fatigue in females? *Res. Sports Med.* 2019; 27: 351–364.
19. Vaile, J.; Stefanovic, B.; Askew, C.D. Effect of lower limb compression on blood flow and performance in elite wheelchair rugby athletes. *J. Spinal Cord Med.* 2016; 39: 206–211.
20. Chang L, Fu S, Wu S, Witchalls J, Adams R, Waddington G, Han J. Effects of graduated compression socks on ankle inversion proprioception of half-marathon runners at different running distances. *J Sci Med Sport.* 2022; 25(6):529-534.
21. Montoye, A.H.; Mithen, A.A.; Westra, H.L.; Besteman, S.S.; Rider, B.C. The Effect of Compression Socks on Maximal Exercise Performance and Recovery in Insufficiently Active Adults. *Int. J. Exerc. Sci.* 2021, 14, 1036.
22. Figueiredo M et al. A meia na atividade física. *J Vasc Bras* 2011, Vol.10, Nº 4
23. Sperlich, B.; Haegeler, M.; Achtzehn, S.; Linville, J.; Holmberg, H.C.; Mester, J. Different types of compression clothing do not increase sub-maximal and maximal endurance performance in well-trained athletes. *J. Sports Sci.* 2010; 28:609–614.
24. Rimaud, D.; Messonnier, L.; Castells, J.; Devillard, X.; Calmels, P. Effects of compression stockings during exercise and recovery on blood lactate kinetics. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010; 110:425–433.
25. Zaleski, A.L.; Pescatello, L.S.; Ballard, K.D.; Panza, G.A.; Adams, W.; Hosokawa, Y.; Thompson, P.D.; Taylor, B.A. The influence of compression socks during a marathon on exercise-associated muscle damage. *J. Sport Rehabil.* 2019; 28: 724–728.
26. Rennerfelt, K.; Lindorsson, S.; Brisby, H.; Baranto, A.; Zhang, Q. Effects of exercise compression stockings on anterior muscle compartment pressure and oxygenation during running: A randomized crossover trial conducted in healthy recreational runners. *Sports Med.* 2019; 49: 1465–1473.
27. Priego, J.I.; Lucas-Cuevas, A.G.; Aparicio, I.; Giménez, J.V.; Cortell-Tormo, J.M.; Pérez-

- Soriano, P. Long-term effects of graduated compression stockings on cardiorespiratory performance. *Biol. Sport.* 2015; 32:219–223.
28. Broatch, J.R.; Bishop, D.J.; Halson, S. Lower limb sports compression garments improve muscle blood flow and exercise performance during repeated-sprint cycling. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2018; 13:882–890.
29. Kerhervé, H.A.; Samozino, P.; Descombe, F.; Pinay, M.; Millet, G.Y.; Pasqualini, M.; Rupp, T. Calf compression sleeves change biomechanics but not performance and physiological responses in trail running. *Front. Physiol.* 2017; 8: 247.
30. Castilho Junior et al. Effect of graduated compression stockings on venous lower limb hemodynamics in healthy amateur runners. *J Vasc Surg: Venous and Lym Dis* 2017;1-7
31. Stickford, A.S.; Chapman, R.F.; Johnston, J.D.; Stager, J.M. Lower-leg compression, running mechanics, and economy in trained distance runners. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2015; 10: 76–83.
32. Hsu, W.C.; Tseng, L.W.; Chen, F.C.; Wang, L.C.; Yang, W.W.; Lin, Y.J.; Liu, C. Effects of compression garments on surface EMG and physiological responses during and after distance running. *J. Sport Health Sci.* 2020; 9: 685–691.
33. Ali, A.; Creasy, R.H.; Edge, J.A. Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010; 109:1017–1025.
34. Beedie, C.; Hettinga, F. Introduction to the special edition on the placebo effect in sport and exercise. *Eur. J. Sport Sci.* 2020; 20: 277–278.
35. Beedie, C.; Benedetti, F.; Barbiani, D.; Camerone, E.; Cohen, E.; Coleman, D.; Davis, A.; Elsworth-Edelsten, C.; Flowers, E.; Foad, A.; et al. Consensus statement on placebo effects in sports and exercise: The need for conceptual clarity, methodological rigour, and the elucidation of neurobiological mechanisms. *Eur. J. Sport Sci.* 2018, 18, 1383–1389.
36. Ferguson RA, Dodd MJ, Paley VR (2014) Neuromuscular electrical stimulation via the peroneal nerve is superior to graduated compression socks in reducing perceived muscle soreness following intense intermittent endurance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2014; 114(10):2223-2232.
37. Broatch, J.R.; Bishop, D.J.; Zadow, E.K.; Halson, S. Effects of sports compression socks on performance, physiological, and hematological alterations after long-haul air travel in elite female volleyballers. *J. Strength Cond. Res.* 2019; 33: 492–501.
38. Peake, J.M.; Neubauer, O.; Della Gatta, P.A.; Nosaka, K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J. Appl. Physiol.* 2017; 122: 559–570.
39. Damas, F.; Nosaka, K.; Libardi, C.A.; Chen, T.C.; Ugrinowitsch, C. Susceptibility to exercise-induced muscle damage: A cluster analysis with a large sample. *Int. J. Sports Med.* 2016; 37:633–640.
40. Chatard, J.C.; Atlaoui, D.; Farjanel, J.; Louisy, F.; Rastel, D.; Guézennec, C.Y. Elastic

stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2004; 93:347–352.

41. Carvalho, J.; Kunzler, M.R.; Priego-Quesada, J.I.; Aparicio, I.; Pérez-Soriano, P.; Machado, Á.S.; Carpes, F.P. Effects of 24 h Compression Interventions with Different Garments on Recovery Markers during Running. *Life.* 2021; 11: 905.

42. Cabri J, Caldonazzi S, Clijsen R (2010) Effect of compression stockings on physical endurance during a submaximal treadmill test. *Sportverletz Sportsch.* 2010; 24:179-183