

Modulação hemodinâmica aguda provocada pelo exercício de handgrip

Acute hemodynamic effects of hand grip

Josias Melo Leite¹ , Alice Miranda de Oliveira^{2,3,4} , Marvyn de Santana do Sacramento^{1,2,5} , Pedro Elias Santos Souza^{2,3} , Luan Araújo de Pinho⁶ , Jefferson Petto^{1,2,4,6} 

1. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Salvador, BA, Brasil

2. Actus Cordios Serviço de Reabilitação Cardiovascular e Metabólica, Salvador, BA, Brasil

3. Universidade Católica do Salvador (UCSAL), Salvador, BA, Brasil

4. Faculdade Centro de Treinamento Acadêmico (CTA), São Paulo, SP, Brasil

5. Faculdade Adventista da Bahia, Capoeiruçu, BA, Brasil

6. Centro Universitário UniFTC, Salvador, BA, Brasil

RESUMO

Introdução: Os efeitos crônicos do Hand Grip (HG) já estão consolidados na literatura, entretanto, os estudos que avaliaram os efeitos agudos dessa intervenção são heterogêneos em relação aos protocolos de intervenção e as características amostrais (sexo e idade). **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo descrever o efeito agudo que o HG promove sobre a Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC) e Duplo Produto (DP) em indivíduos saudáveis. **Métodos:** Trata-se de uma revisão sistemática da literatura baseada nos critérios do *Preferred Reporting Items guideline for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), com registro no PROSPERO sob id: CRD42021238275. **Resultados:** Foram encontrados um total de 619 estudos nas bases de dados e 6 na literatura cinzenta, totalizando 625 estudos. Após a utilização dos critérios de elegibilidade, 5 artigos foram incluídos nesta revisão. **Conclusão:** Verificou-se que o HG promove aumento da FC, PAS, PAD e DP, sendo essa elevação mais acentuada, quanto maior for a duração e a intensidade do protocolo. Entretanto, a FC apresenta menor acréscimo em idosos quando comparados a indivíduos jovens.

Palavras-chave: exercício físico; pressão arterial; frequência cardíaca; força da mão.

ABSTRACT

Introduction: The chronic effects of Hand Grip (HG) are already consolidated in the literature, however, the studies that evaluated the acute effects of this intervention are heterogeneous in relation to intervention protocols and sample characteristics (gender and age). **Objective:** This study aimed to describe the acute responses of SBP, DBP, HR and Double Product (DP) through isometric exercises with GH. **Methods:** This is a systematic literature review based on the criteria of the *Preferred Reporting Items guideline for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), registered in PROSPERO under id: CRD42021238275. **Results:** A total of 619 studies were found in the databases and 6 in the gray literature, totaling 625 studies. After using the eligibility criteria, 5 articles were included in this review. **Conclusion:** We verified that the GH promotes an increase in HR, SBP, DBP and DP, with this increase being more accentuated, the greater the duration and intensity of the protocol. However, HR has a smaller increase in elderly people when compared to young individuals.

Keywords: physical exercise; blood pressure; heart rate determination; hand strength.

Recebido em: 4 de março de 2022; aceito em: 4 de março de 2022.

Correspondência: Josias Melo Leite, Caminho 23, casa 9, conjunto Feira V mangabeira, Feira de Santana BA. nino.melo@outlook.com

Introdução

O *Hand Grip* (HG) é uma alternativa de treinamento que surgiu por volta dos anos 70 como instrumento de intervenção para auxiliar no diagnóstico de alterações cardiovasculares [1,2]. Clinicamente, o treinamento isométrico com HG tem sido utilizado para o tratamento da Hipertensão Arterial Sistêmica, seus efeitos de forma crônica são capazes de reduzir os níveis da Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Pressão Arterial Diastólica (PAD) [3], já os efeitos hemodinâmicos agudos desse treinamento apontam para aumento da PAS, PAD e Frequência Cardíaca (FC),

As alterações agudas são reguladas por um sistema retroalimentativo que envolve o sistema nervoso central. As vias aferentes do sistema nervoso recebem informações a partir dos mecanorreceptores e metaborreceptores musculares (fibras nervosas do tipo III e IV) promovendo o reflexo de elevação pressórica ao exercício, por meio da modulação do tônus simpático fator que ajusta a pressão arterial (PA), FC, DP [4-6]. No entanto, essas variáveis parecem depender diretamente das variáveis de volume e intensidade utilizadas nos protocolos e da idade dos indivíduos [7-9].

Os estudos que avaliam os efeitos agudos são escassos e heterogêneos em relação aos protocolos de intervenção e as características amostrais (sexo e idade). Portanto, o objetivo do presente estudo é descrever o efeito agudo que o HG promove sobre a PAS, PAD, FC e DP em indivíduos saudáveis.

Métodos

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura baseada nos critérios do *Preferred Reporting Items guideline for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) [10]. As buscas ocorreram entre setembro e novembro de 2021 nas bases de dados: *Medline via Pubmed*, *Cochrane Library*, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Biblioteca Virtual em Saúde* (BVS) e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro). O *Google Scholar* e as referências dos trabalhos selecionados também foram verificados com o objetivo de encontrar outros estudos relacionados ao tema. Esta revisão possui registro no PROSPERO sob id: CRD42021238275.

Critérios de elegibilidade

Consideramos elegíveis ensaios clínicos com ou sem randomização e estudos transversais com intervenção que avaliaram indivíduos adultos e/ou idosos (18 a 80 anos) de ambos os sexos, submetidos a diferentes intensidades de treinamento isométrico com HG e/ou submetidos a exercício físico dinâmico sem o uso do HG. Os desfechos observados nos estudos envolveram os efeitos agudos do treinamento com HG sobre as variáveis hemodinâmicas FC, PAS, PAD e DP. Não foram considerados elegíveis estudos compostos por indivíduos com doenças cardiovasculares, patologias ortopédicas e/ou autoimunes.

Estratégia de busca e seleção dos estudos

Para a busca, foi realizado o cruzamento dos termos do *Medical Subject Headings* (MeSH): “*Hand Strength*” AND “*Hemodynamic*” com os respectivos sinônimos. Nas bases de dados de idioma português as mesmas buscas foram repetidas utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Sem restrições para o período de publicação ou idioma.

As buscas e a triagem dos artigos foram realizadas por 2 revisores de modo independente, inicialmente pelos títulos e resumos. Posteriormente, todos os artigos que atenderam aos critérios de seleção de pelo menos um dos revisores foram levados para leitura do texto completo. As duplicatas foram identificadas e removidas manualmente pelos mesmos revisores.

Síntese dos dados

Após a confirmação dos artigos selecionados, os dados foram destinados a uma planilha elaborada previamente pelos autores. Discordâncias sobre a seleção dos estudos e/ou sobre os dados extraídos foram discutidas entre os pesquisadores. A extração de dados buscou informações sobre a amostra, protocolo de intervenção do HG, métodos de mensuração da Pressão Arterial (PA), FC, DP, e principais desfechos na hemodinâmica dos participantes.

Qualidade das evidências e risco de viés

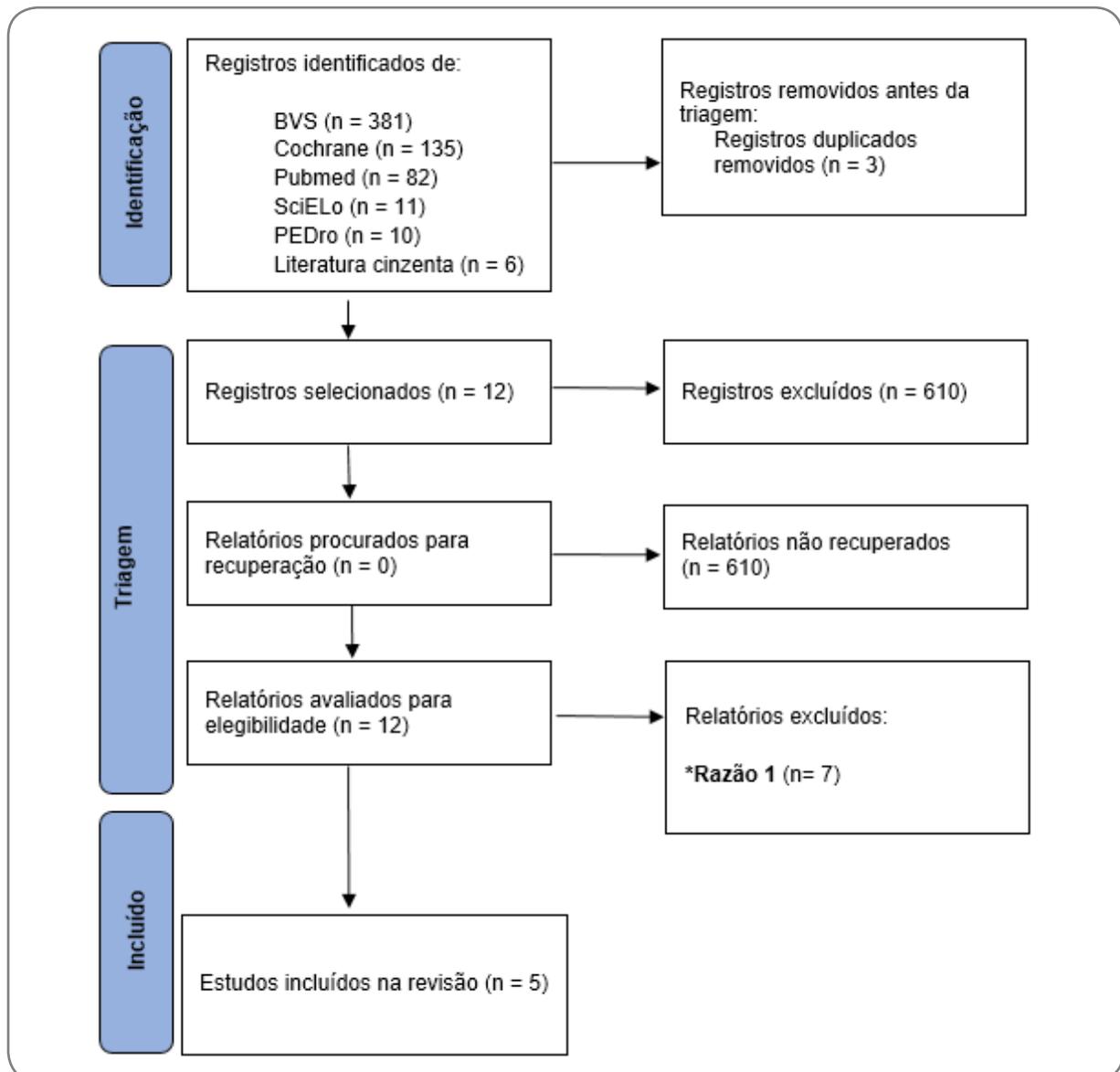
O risco de viés em cada estudo foi alcançado usando a ferramenta Risco de viés de *Downs e Black* [11]. Foi avaliado por 2 autores independentes e as discrepâncias foram discutidas e julgadas por um terceiro autor. Este *checklist* é uma lista de verificação válida, apropriada para avaliar estudos randomizados e não randomizados, pois fornece uma pontuação geral para a qualidade do estudo e o perfil das pontuações que vão além da qualidade do relatório, validade externa, interna e poder do estudo.

Resultados

De acordo com a estratégia metodológica proposta foram encontrados um total de 619 estudos nas bases de dados e 6 na literatura cinzenta, totalizando 625 estudos. Após a utilização dos critérios de elegibilidade, 5 artigos foram incluídos nesta revisão. A Figura 1 apresenta um detalhamento da seleção dos artigos.

As amostras dos estudos selecionados compreenderam de 23 a 62 voluntários, totalizando 198 indivíduos, dos quais 117 foram do sexo masculino. A idade da amostra variou de $18 \pm 0,66$ a $71 \pm 5,6$ anos, o tempo sob tensão do HG apresentou variação de 30 seg a 8 min, além dos diferentes intervalos de aferição dos parâmetros hemodinâmicos, que oscilaram durante o protocolo em torno de 30 seg a 60 seg, e imediatamente após intervenção a 30min. Dos 5 estudos incluídos, apenas 1 foi ensaio clínico randomizado, 3 foram ensaios não controlados e 1 foi corte transversal. A Tabela I

apresenta os aspectos metodológicos e os resultados dos 5 estudos que compõem a presente revisão.



*Razão 1 = Não obter as variáveis hemodinâmicas (PA, FC e/ou DP) como desfecho primário, não utilizar o HG como intervenção ou não avaliar os efeitos hemodinâmicos do HG de forma aguda

Figura 1 - Fluxograma da seleção dos artigos

A escala proposta por *Downs and Black* [11] foi utilizada para avaliar a qualidade das evidências e risco de viés dos estudos incluídos na síntese qualitativa. Os resultados dos seus diferentes domínios podem ser observados no Quadro 1.

Tabela I - Síntese qualitativa dos artigos selecionados

Autor, Ano	Objetivo	Desenho do estudo	Amostra	Protocolo de intervenção	Instrumento de coleta	Resultados
Silva et al. [12], 2019	Analisar as respostas cardiovasculares agudas após exercício isométrico de preensão manual em diferentes intensidades em homens saudáveis.	Ensaio clínico randomizado crossover	Total: 23 homens Idade: 21 ± 0,4 anos	Três protocolos experimentais foram desenvolvidos a 30%, 50% e 3% da CVM com intervalo de 1 min entre séries. Protocolo 1: 4 séries de 2 minutos de contração a 30% da CVM. Protocolo 2: 4 séries de 2 minutos de contração a 50% da CVM. Protocolo controle: 4 séries de 2 minutos de contração a 3% da CVM. A PA foi mensurada entre 15 e 30 min após a aplicação dos protocolos.	PA: mensurada por meio do aparelho automático Omron HEM 742	Não houve diferença na PAS e PAD comparando o período pré e pós (15min e 30min) do exercício com HG (p > 0,05).
Hartog et al. [13], 2018	Investigar as mudanças na hemodinâmica vascular em resposta ao exercício isométrico de preensão manual em pessoas de diferentes idades.	Ensaio não controlado	Total: 62 participantes 33 do sexo masculino Idade: 20 a 80 anos	Três grupos (n = 22: 28 ± 5,5 anos; n = 20: 49,8 ± 5,9 anos; n = 20: 71 ± 5,6 anos) realizaram um protocolo experimental com duração de 30 segundos realizando uma CVM. A PA foi mensurada em repouso e após a intervenção.	PA: mensurada pelo dispositivo Mobil-o-Graph®	Houve mudanças na PAS entre os participantes mais jovens (1,9%), de meia-idade (0,6%) e mais velhos (8,6%), sendo os valores mais expressivos no grupo mais velho. Entretanto a PAD só apresentou diferenças estatisticamente significantes (P < 0,02) entre os participantes de meia-idade (0,3%) e mais velhos (6,9%).
Knobel-Sdorff-Brenke-nhoff et al. [14], 2013	Estabelecer uma robusta configuração para exercício isométrico de preensão manual durante SRM imagem e para avaliar os efeitos cardiovasculares que podem ser esperados neste cenário.	Ensaio não controlado	Total: 53 voluntários 31 do sexo masculino. Idade: 45 ± 17 anos	Um protocolo experimental com HG a 30% da CVM por um período de pelo menos 6min e, se tolerável, por 8min, no SRM. A FC, PA e o DP foram mensurados em repouso, no pico de estresse e 2min após o término.	PA: mensurada por um esfigmomanômetro de braçadeira semiautomático; FC: calculada a partir do intervalo entre batimentos obtido pelo ECG. DP: calculado como um indicador de consumo de oxigênio miocárdico e trabalho cardíaco.	Os parâmetros hemodinâmicos demonstraram aumento de 19% na FC (p < 0,001), 14% para PAS (p < 0,001), 19% na PAD (p < 0,001) e 35% referente ao DP (p < 0,001). Resultados referentes a comparação do pico do estresse com o estado de repouso.

Tabela I - Continuação

Autor, Ano	Objetivo	Desenho do estudo	Amostra	Protocolo de intervenção	Instrumento de coleta	Resultados
Boucher et al. [15], 1999.	Comparar a resposta cardiovascular de indivíduos jovens e mais velhos a exercícios isométricos leves e aeróbicos usando várias medidas da função cardiovascular.	Ensaio não controlado	Total: 30 homens Idade: 21 a 59 anos	Um protocolo experimental com HG a 30% da CVM durante 2min com intervalo de 4min sendo prosseguido ou precedido pelo cicloergômetro a uma taxa de 60rpm tendo a carga ajustada para manter a FC dentro da faixa desejada durante 7min, com recuperação de 8min aplicado em dois grupos: 15 jovens (Young, 21 ± 0,7 anos) e 15 mais velhos (Old, 59 ± 0,8 anos). A PA, FC e DP foram monitorados a cada 30seg durante o protocolo e recuperação até os 240seg.	PA: mensurada pelo monitor Ohmeda Finapres (Modelo 2300); FC: calculada a partir do intervalo entre batimentos obtido pelo ECG. DP: pela fórmula (PAS*FC/100)	Na comparação entre os voluntários (Jovens e Mais velhos) o grupo mais velho apresentou valores hemodinâmicos percentuais maiores na FC (10%), PAS (10%), PAD (5%) e DP (17%). Mudanças também ocorreram na análise intragrupos com aumento na FC (Jovens: 8%; Mais velhos: 7%), PAS (Jovens: 23%; Mais velhos: 14%), PAD (Jovens: 22%; Mais velhos: 15%) e DP (Jovens: 32%; Mais velhos: 15%). Resultados referentes a comparação do pico do estresse com o estado de repouso.
Anand et al. [16], 2018	Avaliar a influência das diferentes fases do ciclo menstrual nas respostas cardiovasculares, produto da pressão arterial ao exercício de prensão manual isométrica estática.	Corte transversal	Total: 30 mulheres e menores Idade: 18 ± 0,66 anos	Um protocolo experimental com HG a 30% da CVM e duração de até 4min. A PA foi mensurada no 1º, 2º e ao 4ºmin de intervenção, 2ºmin de recuperação e 4º min de recuperação.	PA: mensurada pelo esfigmomanômetro de mercúrio padrão e estetoscópio. FC: Não citado	Ao 1ºmin do protocolo a FC e a PAD foram maiores na fase lútea (7% FC) (8% PAD) (p < 0,005), resultados semelhantes são expressos aos 2ºmin (8% FC) (4% PAD) (p < 0,005). Contudo, aos 4min e ao 2ºmin da recuperação a FC, PAS e PAD, também se mostraram mais elevadas na fase lútea. 4º min: PAS (9%), PAD (5%) e FC (5%). Recuperação 2º min: PAS (5%), PAD (6%) e FC (7%) (p < 0,005).

CVM = Contração voluntária máxima; DP = Duplo produto; ECG = Eletrocardiograma; FC = Frequência Cardíaca; HG = *Hand Grip*; PA = Pressão arterial; PAD = Pressão arterial diastólica; PAS = Pressão arterial sistólica; RPM = Rotação por minuto; SEM = Scanner de Ressonância Magnética

Quadro 1 - Qualidade das evidências pela escala de *Downs and Black* [11]

Autor, Ano	Comunicação	Validade externa	Validade interna: Viés	Variável de confusão	Poder	Total
	(11 pontos)	(3 pontos)	(7 pontos)	(6 pontos)	(1 ponto)	(28 pontos)
Silva <i>et al.</i> [13], 2019	9	0	4	4	1	18
Hartog <i>et al.</i> [14], 2018	7	1	4	2	1	15
Knobelsdorff-Brenkenhoff <i>et al.</i> [15], 2013	8	1	5	1	1	16
Boutcher <i>et al.</i> [16], 1999	9	0	4	2	1	16
Anand <i>et al.</i> [17], 2018	9	2	4	2	1	18

Discussão

A presente revisão constatou que as respostas hemodinâmicas agudas (FC, PAS, PAD e DP) ao HG variam de acordo com a duração e intensidade do protocolo, idade da amostra e momento da avaliação. De forma geral, os estudos apontaram para aumento da PAS [13-15], PAD [13-16], FC [14-16] e do DP [14,15] durante o protocolo de intervenção e logo após o término. Uma limitação a essa análise é apresentada pela heterogeneidade dos estudos (diferentes protocolos de intervenção e características amostrais, como sexo e idade), além da pequena amostra incluída na presente revisão.

Diante do exposto é interessante nesse ponto discutirmos individualmente a influência de cada variável do protocolo de intervenção dos resultados obtidos e posteriormente a influência da característica da amostra nos resultados obtidos.

A intensidade expressa pelo percentual da FPM_{max}, tempo sob tensão e o intervalo entre as séries variou entre 30% - 100%, 30 segundos a 8 minutos e de 0 a 1 minuto, respectivamente [12-16], e o volume expresso pelo número de séries foram de uma CVM a quatro contrações isométricas. Em nossos achados identificamos aumento da FC, PAS, PAD, e DP durante o protocolo de intervenção [13-16] e ausência de alterações na PA após 15 e 30 min da aplicação dos protocolos em diferentes intensidades (30%, 50% e 3% da CVM).

Devido a influência do tempo sob tensão e do intervalo entre séries, os efeitos hemodinâmicos são maiores na presença de menor intervalo e maior tempo sob tensão [7-9]. O mecanismo que nos ajuda a elucidar tal resposta é o metaborreflexo que sobre atuação dos mecanorreceptores e metaborreceptores musculares (fibras nervosas do tipo III e IV) mediados por meio da modulação do tônus simpático controlam a PA, FC, DP e a resistência vascular periférica [5,6]. Estes fatores promovem as alterações hemodinâmicas encontradas nos estudos [13-16], não sendo observadas pós-intervenção [12] devido a uma rápida modulação do sistema nervoso autôno-

mo (retirada do tônus simpático e aumento do tônus parassimpático) [17]. Embora esses resultados se apresentem em indivíduos saudáveis, em pacientes cardiopatas possivelmente a resposta não seja a mesma, pois nesse público a atividade simpática encontra-se aumentada, o que conseqüentemente levaria a um maior tempo de recuperação dessas variáveis pós-esforço [6,8,18].

Apesar da maior influência do protocolo de intervenção sobre o resultado, dois pontos dentro dos estudos que avaliamos merecem destaque (sexo e idade).

A influência da idade nos efeitos hemodinâmicos é apresentada nos achados de Hartog *et al.* [13] e Boutcher *et al.* [15]. Dentre nossas análises, quanto maior a idade menor a elevação da FC e maior elevação da PA e DP. Corroborando esses estudos Goldstraw *et al.* [19] ao avaliarem indivíduos jovens (30 anos) e idosos (73 anos) em diferentes ocasiões e tensões no HG, encontraram entre diferentes faixas etárias diferenças estatisticamente significativas na PAS ($p < 0,001$) e PAD ($p < 0,05$) durante o protocolo, sendo os valores maiores no grupo idoso com exceção da FC. Tais resultados refletem que quanto maior a idade, mais expressivos são os efeitos na PA, sendo a responsividade vasoconstritora aumentada devido a estimulação simpática e a disfunção endotelial que afeta a vasodilatação endotélio-dependente, as variáveis de maior influência nesse desfecho [20,21]. Entretanto, a diminuição da FC ao passar dos anos pode ocorrer pela diminuição da sensibilidade à atividade beta-adrenérgica relacionada ao miocárdio [15,22].

Segundo Bassareo e Crisafulli [23] e Maruf *et al.* [24]), as respostas apresentadas entre homens e mulheres frente aos parâmetros hemodinâmicos (FC e PA) não diferem entre os grupos quando equiparadas à composição corporal e status de treinamento físico. Contudo, os estudos incluídos nesta revisão que avaliaram ambos os gêneros não compararam as diferenças hemodinâmicas entre os sexos [13,14], porém ao comparar mulheres em diferentes fases do ciclo menstrual (fase lútea e fase folicular), observou-se que na fase lútea a PA e FC são maiores que na fase folicular, como demonstra Anand *et al.* [16] ao encontrar maiores parâmetros hemodinâmicos (FC, PAS e PAD) em mulheres na fase lútea em comparação a fase folicular ($p < 0,05$), com exercício de prensão manual isométrica estática a 30% da CVM durante até 4min. Pivarnik *et al.* [25] sugerem que a termorregulação na fase lútea esteja comprometida podendo promover um maior aquecimento corporal, quando comparado a fase folicular. Dessa forma supomos que a alteração na FC e PA se inicia por mediação dos termorreceptores que transduzem o estímulo para o SNC, que por vias eferentes estimulam o sistema efetor (sistema cardiovascular e glândulas sudoríparas) para equilibrar o distúrbio promovendo vasodilatação e aumento da FC com conseqüente aumento da PAS e aumento da taxa de sudorese [26].

As respostas hemodinâmicas abordadas na presente revisão são visualizadas em indivíduos sedentários ou irregularmente ativos. Acredita-se que indivíduos ativos apresentem respostas menores as encontradas nos resultados. Esses achados ajudam a elucidar a influência hemodinâmica do HG em diferentes protocolos, idades e gêneros.

Conclusão

O Handgrip promove aumento na FC, PAS, PAD e DP e esse aumento é diretamente relacionado à duração e intensidade estabelecida no protocolo. Apesar da elevação durante a fase de esforço, não foram observadas manutenção das alterações hemodinâmicas após 15 minutos.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Leite JM, Oliveira AM e Petto J. **Coleta de dados:** Leite JM, Oliveira AM. **Análise e interpretação dos dados:** JM Leite, Sacramento MS, Souza PES e Pinho LA. **Redação do manuscrito:** Leite JM, Oliveira AM, Souza PES e Pinho LA. **Revisão crítica do manuscrito quanto a conteúdo intelectual importante:** Sacramento MS e Petto J.

Vinculação acadêmica: Este artigo representa parte da dissertação de Mestrado de Josias Melo Leite, orientado pelo professor Doutor Jefferson Petto no Programa de Medicina e Saúde Humana da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador-BA.

Referências

1. Richard H, Helfant MD, Maria A, Devilla MD, Steven G, Muter MD. Effect of sustained isometric handgrip exercise on left ventricular performance. *Circulation* 1971;44(6):982-93. doi: 10.1161/01.cir.44.6.982
2. Fisher MJ, Nutter DO, Jacobs W, Schlant RC. Haemodynamic responses to isometric exercise (handgrip) in patients with heart disease. *Br Heart J* 1973;35(4):422-32. doi: 10.1136/hrt.35.4.422
3. ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA. Guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: executive summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension* 2018;71(6):1269-1324. doi: 10.1161/HYP.000000000000066
4. Mitchell JH. Neural control of the circulation during exercise: insights from the 1970-1971 Oxford studies. *Exp Physiol* 2012;97(1):14-9. doi: 10.1113/expphysiol.2011.058156
5. Nóbrega ACL, O'Leary D, Silva BM, Marongiu E, Piepoli MF, Crisafulli A. Neural regulation of cardiovascular response to exercise: role of central command and peripheral afferents. *Biomed Res Int* 2014;2014:478965. doi: 10.1155/2014/478965
6. Crisafulli A. The impact of cardiovascular diseases on cardiovascular regulation during exercise in humans: studies on metaboreflex activation elicited by the post-exercise muscle ischemia method. *Curr Cardiol Rev* 2017;13(4):293-300. doi: 10.2174/1573403X13666170804165928
7. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís* [Internet] 2004 [cited 2022 March 3];18:21-31. Available from: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2009/09/arquivo-adaptacoes-musculares-ao-exercicio-fisico.pdf>
8. Mitchell JH, Wildentha K. Static (isometric) exercise and the heart: physiological and clinical considerations. *Annu Rev Med* 1974;25:369-81. doi: 10.1146/annurev.me.25.020174.002101
9. Seals RD. Influence of muscle mass on sympathetic neural activation during isometric exercise. *J Appl Physiol* (1985) 1989;67(5):1801-6. doi: 10.1152/jappl.1989.67.5.1801
10. Galvão TF, Pansani TSA, Harrad D. Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-

-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol Serv Saúde* 2015;24(2):335-42. doi: 10.5123/S1679-49742015000200017

11. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health* 1998;52(6):377-84. doi: 10.1136/jech.52.6.377

12. Silva IM, Leonardo Sobrinho MF, Ritti-Dias RM, Sobral BPSV, Pirauá ALT, Oliveira LMFT, et al. Cardiovascular responses after isometric handgrip exercise at different intensities in healthy men. *J Phys Educ* 2019;30,e3020. doi: 10.4025/jphyseduc.v30i1.3020

13. Hartog R, Bolignano D, Sijbrands E, Pucci G, Mattace-Raso F. Short-term vascular hemodynamic responses to isometric exercise in young adults and in the elderly. *Clinical Interventions in Aging* 2018;13 509-14. doi: 10.2147/CIA.S151984

14. von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Dieringer MA, Fuchs K, Hezel F, Niendorf T, Schulz-Menger J. Isometric handgrip exercise during cardiovascular magnetic resonance imaging: set-up and cardiovascular effects. *J Magn Reson Imaging* 2013;37(6):1342-50. doi: 10.1002/jmri.23924

15. Boutcher SH, Stocker D. Cardiovascular responses to light isometric and aerobic exercise in 21- and 59-year-old males. *Eur J Appl Physiol* 1999;80:220-6. doi: 10.1007/s004210050585

16. Anand NS, Goudar SS. Cardiovascular responses to sustained isometric *hand grip* during different phases of menstrual cycle- A cross-sectional study. *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology*, 2018;5(3):361-5. doi: 10.18231/2394-2126.2018.0084

17. Petrofsky JS, Lind A. Isometric strength, endurance, and the blood pressure and heart rate responses during isometric exercise in healthy men and women, with special reference to age and body fat content. *Pflugers Arch* 1975;360(1):49-61. doi: 10.1007/BF00584326

18. Samuel TJ, Beudry R, Haykowsky MJ, Sarmas S, Nelson MD. Diastolic stress testing: similarities and differences between isometric handgrip and cycle echocardiography. *J Appl Physiol* 2018;125:529-35. doi: /10.1152/jappphysiol.00304.2018

19. Goldstraw PW, Warren DJ. The effect of age on the cardiovascular responses to isometric exercise: A test of autonomic function. *Gerontology* 1985;31:54-8. doi: 10.1159/000212681

20. Taddei S, Virdis A, Salvetti G, Franzoni F, Giusti C, Salvetti A. Physical activity prevents age-related impairment in nitric oxide availability in elderly athletes. *Circulation* 2000;101:2896-2901. doi: 10.1161/01.cir.101.25.2896

21. Koch DW, Leuenberger UA, Proctor DN, Augmented leg vasoconstriction in dynamically exercising older men during acute sympathetic stimulation. *Physiol* 2003;551(1):337-44. doi: 10.1113/jphysiol.2003.042747

22. Lakatta EG. Cardiovascular regulatory mechanisms in advanced age. *Physiol Rev* 1993;73(2):413-67. doi: 10.1152/physrev.1993.73.2.413

23. Bassareo PP, Antonio Crisafulli A. Gender differences in hemodynamic regulation and cardiovascular adaptations to dynamic exercise. *Curr Cardiol Rev* 2020;16(1):65-72. doi: 10.2174/1573403X15666190321141856

24. Maruf FA, Ogochukwu UN, Dim PA, Alada R. Absence of sex differences in systolic blood pressure and heart rate responses to exercise in healthy young adults. *Niger J Physiol Sci [Internet]* 2012[cited 2022 March 4];27(1):95-100. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23235315/>

25. Pivarnik JM, Marichal CJ, Spillman T, Morrow JR Jr. Menstrual cycle phase affects temperature regulation during endurance exercise. *J Appl Physiol* 1992;72:543-5. doi: 10.1152/jappl.1992.72.2.543

26. Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev* 1974;54(1):75-159. doi: 10.1152/physrev.1974.54.1.75