

## EFEITOS DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA NOS EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS NAS RESPOSTAS CARDIOVASCULARES AGUDAS EM JOVENS SAUDÁVEIS: ESTUDO CROSS-OVER RANDOMIZADO CONTROLADO

Paulo Henrique de Melo<sup>1</sup>, Jessika Karla T.N.F. Silva<sup>1</sup>, Anderson Cavalcante<sup>2</sup>, Luciano Machado Ferreira Tenório de Oliveira<sup>1</sup>, Aline Mendes Gerage<sup>3</sup>, Sergio Luiz Cahu Rodrigues<sup>2</sup>, Breno Quintella Farah<sup>1,2</sup>

**Resumo:** Sabe-se que a maior massa muscular envolvida no exercício de força dinâmico promove maior redução da pressão arterial agudamente. Por outro lado, não são conhecidos os efeitos da massa muscular no exercício de força isométrico nas variáveis cardiovasculares. Para tanto, o objetivo do presente estudo foi comparar as respostas cardiovasculares agudas do exercício isométrico com diferentes massas musculares em jovens saudáveis. Nesse estudo randomizado controlado com delineamento cross-over, 12 homens jovens saudáveis realizaram, em ordem aleatória, quatro sessões experimentais: exercício isométrico com handgrip bilateral (SH), exercício isométrico de agachamento na parede (SA), sessão combinada de SH e SA (SCOMB) e sessão controle (SC). Todas as sessões de exercício isométrico tiveram 4 séries de 2 minutos. A pressão arterial, a frequência cardíaca e o duplo produto foram avaliados antes e 15, 30, 45 e 60 minutos após as sessões. Não houve redução da pressão arterial após o exercício de força isométrico ( $p > 0,05$  para todos). A frequência cardíaca foi reduzida após SH ( $70,3 \pm 8,3$  vs.  $66,1 \pm 8,0$  bpm), enquanto na SA ( $70,9 \pm 13,6$  vs.  $74,1 \pm 12,8$  bpm) e SCOMB ( $69,5 \pm 9,6$  vs.  $69,8 \pm 10,1$  bpm), houve aumento ( $p < 0,05$  para todos). O duplo produto foi menor após SH ( $8563 \pm 1689$  vs.  $7869 \pm 1422$  bpm\*mmHg) que a SA ( $8589 \pm 1946$  vs.  $8965 \pm 1670$  bpm\*mmHg), enquanto na SCOMB, não mostrou diferenças significativas. Portanto, a massa muscular envolvida no exercício isométrico não afetou as respostas pressóricas, porém, a sessão de menor massa muscular promoveu a redução da frequência cardíaca e do duplo produto em jovens saudáveis.

**Palavras-chave:** hipotensão pós-exercício; pressão arterial; exercício

Afiliação

<sup>1</sup> Programa de Pós - graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.; <sup>2</sup> Departamento de Educação Física, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.; <sup>3</sup> Programa de Pós-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil; <sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

## EFFECTS OF MUSCLE MASS INVOLVED IN ISOMETRIC EXERCISE ON ACUTE CARDIOVASCULAR RESPONSES IN HEALTHY YOUNG: RANDOMIZED CONTROLLED CROSS-OVER STUDY

**Abstract:** It is known that the greater muscle mass involved in dynamic strength exercise promotes greater acute reduction in blood pressure. On the other hand, the effects of muscle mass in isometric strength exercise on cardiovascular variables are not known. For this, the aim this study was to compare the acute cardiovascular responses of isometric exercise with different muscle masses in healthy young people. In this randomized controlled trial with a cross-over design, 12 healthy young men performed, in random order, four experimental sessions: isometric exercise with bilateral handgrip (SH), isometric wall squat exercise (SA), combined session of SH and SA (SCOMB) and session control (SC). All isometric exercise sessions had 4 sets of 2 minutes each. Blood pressure, heart rate and double product were evaluated before and 15, 30, 45 and 60 minutes after the sessions. There was no reduction in blood pressure after isometric strength exercise ( $p>0.05$  for all). Heart rate was reduced after SH ( $70.3\pm 8.3$  vs.  $66.1\pm 8.0$  bpm), while in SA ( $70.9\pm 13.6$  vs.  $74.1\pm 12.8$  bpm) and SCOMB ( $69.5\pm 9.6$  vs.  $69.8\pm 10.1$  bpm), there was an increase ( $p<0.05$  for all). The double product was lower after SH ( $8563\pm 1689$  vs.  $7869\pm 1422$  bpm\*mmHg) than after SA ( $8589\pm 1946$  vs.  $8965\pm 1670$  bpm\*mmHg), while in SCOMB, it did not show significant differences. In conclusion, the muscle mass involved in isometric exercise did not affect blood pressure responses, however, the session with the lowest muscle mass promoted a reduction in heart rate and double product in healthy young people.

**Key words:** post-exercise; hypotension; blood pressure; exercise

## Introdução

A hipotensão pós-exercício (HPE) é caracterizada pela redução da pressão arterial após uma única sessão de exercício comparada aos valores pré-exercício e/ou a um dia sem exercício<sup>1</sup>. Estudo prévio de meta-análise<sup>2</sup>, envolvendo 30 estudos e 646 indivíduos, demonstrou que o exercício de força dinâmico é capaz de promover HPE tanto em normotensos quanto em hipertensos, em especial, quando a sessão envolve maior massa muscular. Por outro lado, se isso ocorre também no exercício de força isométrico, ainda carece de investigação.

De uma forma geral, os efeitos cardiovasculares agudos do exercício isométrico ainda são controversos, tendo em vista que alguns estudos têm observado HPE<sup>3-9</sup> e outros não encontraram<sup>10-16</sup>. Curiosamente, a maior parte dos estudos que têm observado a HPE foram realizados com os membros inferiores (agachamento na parede e extensão de joelhos) e tiveram duração de até 10 minutos<sup>3-6</sup>, enquanto aqueles que não observaram HPE foram realizados com o exercício isométrico com *handgrip* ou bíceps<sup>10-15</sup>.

Esses achados sugerem que a massa muscular pode ser moduladora da HPE no exercício isométrico, corroborando com essa hipótese, Swift et al.<sup>17</sup>, ao compararem diretamente o exercício isométrico com *handgrip* e o exercício de agachamento na parede, em 26 adultos saudáveis, observaram HPE até 10 minutos apenas na sessão com exercício isométrico de agachamento na parede (sistólica: Agachamento:  $-20 \pm 15$  mmHg vs. *Handgrip*:  $-7 \pm 12$  mmHg; diastólica: Agachamento:  $-20 \pm 14$  mmHg vs. *Handgrip*:  $-8 \pm 10$  mmHg).

Entretanto, em todos os estudos, os protocolos de medidas pós-exercícios são curtos (entre 5 e 10 minutos), não sendo conhecidos efeitos mais prolongados (por exemplo 60 minutos), que representaria maior significância clínica da HPE. Além do mais, até o presente momento, nenhum estudo comparou as respostas cardiovasculares agudas de uma sessão de exercício isométrico combinando agachamento com *handgrip*, aumentando assim, a massa muscular envolvida. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo testar a hipótese de que maior massa muscular no exercício isométrico estava associada a maior HPE.

## Materiais e Métodos

### *Delineamento do estudo e questões éticas*

Trata-se de um estudo randomizado controlado com delineamento *cross-over*. Os procedimentos do presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer:

3.558.606) e os participantes foram devidamente esclarecidos sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado antes de participarem do estudo.

### ***Amostra***

Os participantes foram recrutados mediante informações pelas redes sociais e por divulgações pessoais nas mediações do campus da Universidade na cidade do Recife. Os critérios de inclusão foram: a) homem com idade acima dos 18 anos; b) não ser praticante de qualquer tipo de programa de exercício físico há pelo menos três meses antecedentes à pesquisa; c) não apresentar qualquer tipo de doença do coração, diabetes e obesidade; d) não fazer uso de qualquer tipo de medicamento que possa influenciar nas variáveis hemodinâmicas; e) não ser fumante; e f) não apresentar problemas osteoarticulares que impossibilite seu desempenho durante os exercícios isométricos.

Os critérios de exclusão ocorreriam se os participantes: a) apresentassem qualquer tipo de doença cardiometabólica durante o período da coleta; b) não realizassem alguma sessão de exercício; c) não fizessem uso de medicamentos ou recursos ergogênicos durante estudo; e d) não aderissem ao programa de exercício físico antes e durante o estudo.

### ***Desenho do estudo***

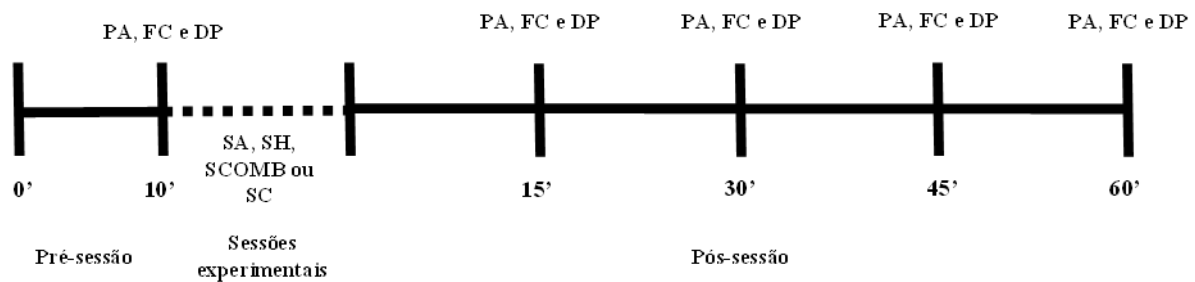
Os participantes realizaram seis visitas com intervalo de pelo menos 48 horas ao laboratório durante o período de duas a três semanas. Em todas as visitas, os participantes foram instruídos a se abster de bebidas que possuíssem cafeína e álcool, a manter seus hábitos alimentares, a não realizarem nenhuma atividade física durante o período de 24 horas anteriores às visitas e a manter o padrão de sono.

Na primeira visita, foram realizadas a medida da pressão arterial em repouso, obtenção dos dados de hábitos de vida e o teste para obtenção da carga de intensidade dos exercícios isométricos com *handgrip* e do agachamento na parede se atendessem os critérios de inclusão. Na segunda visita, foi medida a pressão arterial novamente para o diagnóstico da normotensão e os participantes realizaram o reteste para obtenção da carga de intensidade dos exercícios isométricos com *handgrip* e do agachamento na parede.

Nas outras quatro visitas, foram realizadas as sessões experimentais randomizadas pelo site “[www.randomizer.org](http://www.randomizer.org)”, que gerou a sequência numérica das quatro sessões experimentais por pessoa, que foram: exercício isométrico com *handgrip* bilateral (SH), exercício isométrico

de agachamento na parede (SA), sessão combinada de SH e SA (SCOMB) e sessão controle (SC). A alocação das sessões foi secreta e realizada por pesquisador não envolvido diretamente nas coletas.

As medidas da pressão arterial, da frequência cardíaca e do duplo produto foram coletadas antes (após 10 minutos de repouso) e a cada 15 minutos após as sessões experimentais até que se completassem 60 minutos (Figura 1).



**Figura 1** - Desenho do estudo experimental pré e pós sessão de exercício isométrico.

PA – Pressão arterial, FC – frequência cardíaca. DP – Duplo produto.

### **Obtenção das cargas**

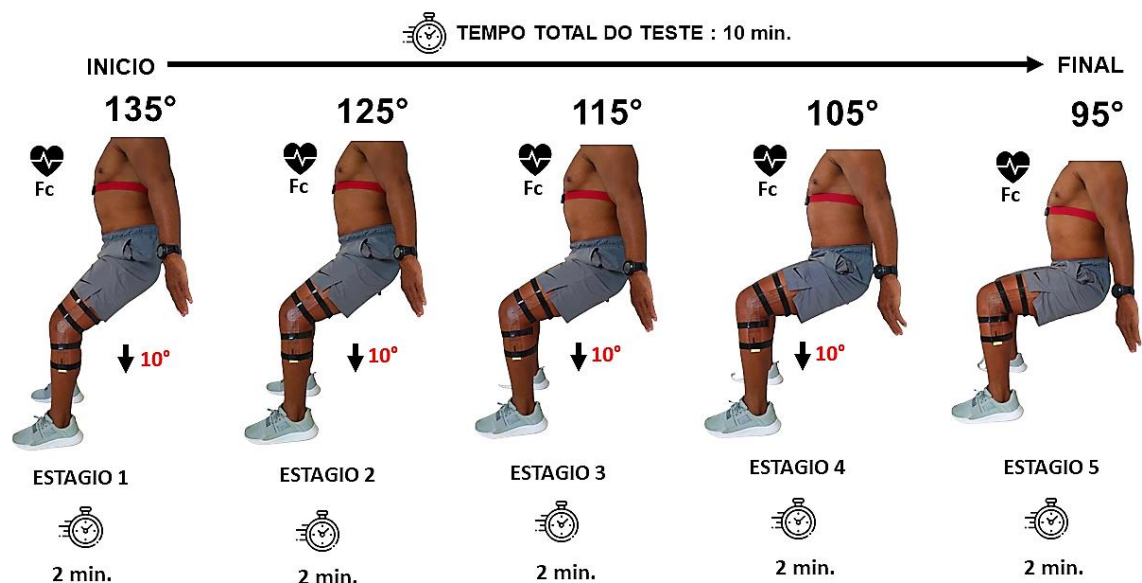
Todos os participantes realizaram dois testes de contração voluntária máxima (CVM) com *handgrip* e dois testes incrementais do agachamento isométrico na parede, com intervalo entre cada teste de, no mínimo 48 horas. Para a obtenção CVM, os participantes então utilizaram o dinamômetro de mão digital (Camry, modelo EH 101 – Norte Americano), ajustável e calibrado com escala de 0 a 90 kgf, e ficaram sentados com o braço em um ângulo de 90° em relação ao antebraço e com a articulação interfalangeana proximal da mão ajustada à barra ou ao gatilho, que era apertado durante 5 segundos entre os dedos e a região tênar em ambas as mãos. O braço, no entanto, permaneceu imóvel durante o procedimento.

Em seguida, os participantes foram preparados e instruídos a realizarem um protocolo incremental do agachamento isométrico na parede que consistiu em cinco estágios de 2 minutos, iniciando na angulação do joelho de 135°, e a cada 2 minutos, reduziam 10° passando pelos ângulos de 125°, 115°, 105° e 95° ou até à fadiga voluntária. A medida dos ângulos se deu usando o goniômetro fixado no joelho esquerdo, alinhado com a fíbula e o fêmur preso por fita de velcro elástica<sup>5, 18</sup>, como demonstrado na figura 2. Durante todo o teste, a medida da frequência cardíaca foi monitorada e obtida através de um monitor (Polar Vantage M2, Polar Electro Oy, Finlândia) posicionado na altura do processo xifoide anteriormente ao externo. Encorajamento verbal foi dado, assim como foram realizadas as instruções específicas em

manter a respiração normal e ser evitada a manobra de valsava durante a realização do teste.

Os maiores valores de CVM e o menor ângulo encontrado foram considerados para estabelecimento das intensidades nas sessões experimentais.

## TESTE INCREMENTAL DE AGACHAMENTO ISOMÉTRICO NA PAREDE



**Figura 2** - Representação dos ângulos da articulação do joelho usados para os cinco estágios consecutivos de 2 minutos do teste incremental. FC – frequência cardíaca.

### *Sessões experimentais*

A SH consistiu em quatro séries de 2 minutos, com 30% da CVM, para 2 minutos de intervalo, cuja posição era sentada e com os braços a 90° em relação ao antebraço; enquanto na sessão SA, os participantes foram orientados a apoiarem as costas na parede, com os pés na largura do quadril e a articulação do joelho flexionada no ângulo obtido mediante protocolo do teste incremental<sup>18</sup>. Para tanto, foi utilizada a intensidade de 95% da frequência cardíaca média nos 30 segundos finais do teste.

Na SCOMB, os participantes executaram 2 séries de 2 minutos de exercício com *handgrip* a 30% da CVM para cada 2 minutos de intervalo. Além disso, foram realizadas mais 2 séries de exercício com o agachamento isométrico na parede da seguinte forma: 2 minutos na intensidade de 95% da frequência cardíaca média alcançada no teste nos 30 segundos finais para cada 2 minutos de intervalo.

Na SC, os participantes eram orientados a ficarem sentados por um período de 14 minutos, equivalentes ao tempo total da sessão experimental, e durante esse período, eles não

podiam usar celular, ler, conversar nem se levantar.

### ***Avaliação das variáveis cardiovasculares***

A pressão arterial foi avaliada por meio do equipamento Omron HEM 7113 (OMRON Healthcare, Quioto, Japão). Todas as medidas foram realizadas na posição supina, utilizando manguito adequado para a circunferência do braço. Além disso, foram feitas três medidas consecutivas com 1 minuto de intervalo no braço direito até atingir uma diferença inferior a 4 mmHg entre duas medidas e o valor utilizado foi a média das duas últimas medidas, conforme recomendação da 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial<sup>19</sup>. Esse mesmo protocolo foi realizado antes e depois (15, 30, 45 e 60 minutos) das sessões experimentais. Para apresentação dos dados optou-se por realizar a média dos momentos pós-sessão. Além do registro da pressão arterial, registrou-se também a frequência cardíaca e calculou-se o duplo produto (pressão arterial sistólica \* frequência cardíaca).

### ***Procedimento Estatístico***

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software ESTATÍSTIC v.7.0. A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk, enquanto o teste de Levene foi usado para testar a homogeneidade dos dados. A análise de variância de um fator foi utilizada para comparar os valores pré-sessão das sessões experimentais, enquanto a análise de variância de dois fatores foi utilizada para analisar as respostas cardiovasculares nas sessões experimentais, tendo como fatores, a sessão (SH, SA, SCOMB e SC) e o tempo (pré e média dos minutos 15, 30, 45 e 60 pós-sessão) e quando observado efeito significativo, foi utilizado o *post-hoc* de *Newman-Keuls* para identificar as diferenças existentes. O nível de significância adotado para as análises foi o valor de  $p < 0,05$ , e os dados são apresentados em média  $\pm$  desvio-padrão.

### **Resultados**

As coletas de dados ocorreram entre agosto de 2021 e abril de 2022. Dos 13 participantes recrutados, um desistiu de participar por motivos pessoais, restando 12 participantes (48 unidades amostrais). Em que quatro iniciaram na SH, três na SCOMB e cinco na SC.

As características gerais dos participantes que completaram o estudo são demonstradas na tabela 1. Os valores da pressão arterial, da frequência cardíaca e do duplo produto no

momento pré das sessões experimentais estão representados na tabela 2. Verifica-se, com isso, que não houve diferença para nenhuma das variáveis analisadas no momento pré-sessão.

**Tabela 1** - Características gerais da amostra (n=12).

Variáveis	Valores
Idade (anos)	27,8 ± 6,4
Massa corporal (kg)	74,8 ± 10,3
Estatura (m)	1,77 ± 0,10
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	23,9 ± 3,3
Pressão arterial sistólica (mmHg)	121 ± 9
Pressão arterial diastólica (mmHg)	64 ± 9
Frequência cardíaca (bpm)	70 ± 12

Valores apresentados em média e desvio padrão das variáveis numéricas.

**Tabela 2** - Comparação das sessões experimentais ao momento pré-sessões.

Variáveis	SA	SH	SCOMB	SC	p
PA sistólica (mmHg)	121 ± 9	121 ± 13	119 ± 10	122 ± 10	0,331
PA diastólica (mmHg)	64 ± 11	62 ± 10	63 ± 11	63 ± 10	0,507
Frequência cardíaca (bpm)	71 ± 14	70 ± 8	70 ± 10	72 ± 11	0,807
Duplo produto (bpm*mmHg)	8589 ± 1946	8563 ± 1690	8262 ± 1447	8800 ± 1786	0,429

Valores apresentados em média e desvio-padrão. SA, sessão agachamento; SH, sessão *handgrip*; SCOMB, sessão combinada; SC, sessão controle; PA – pressão arterial; para significante p<0,05.

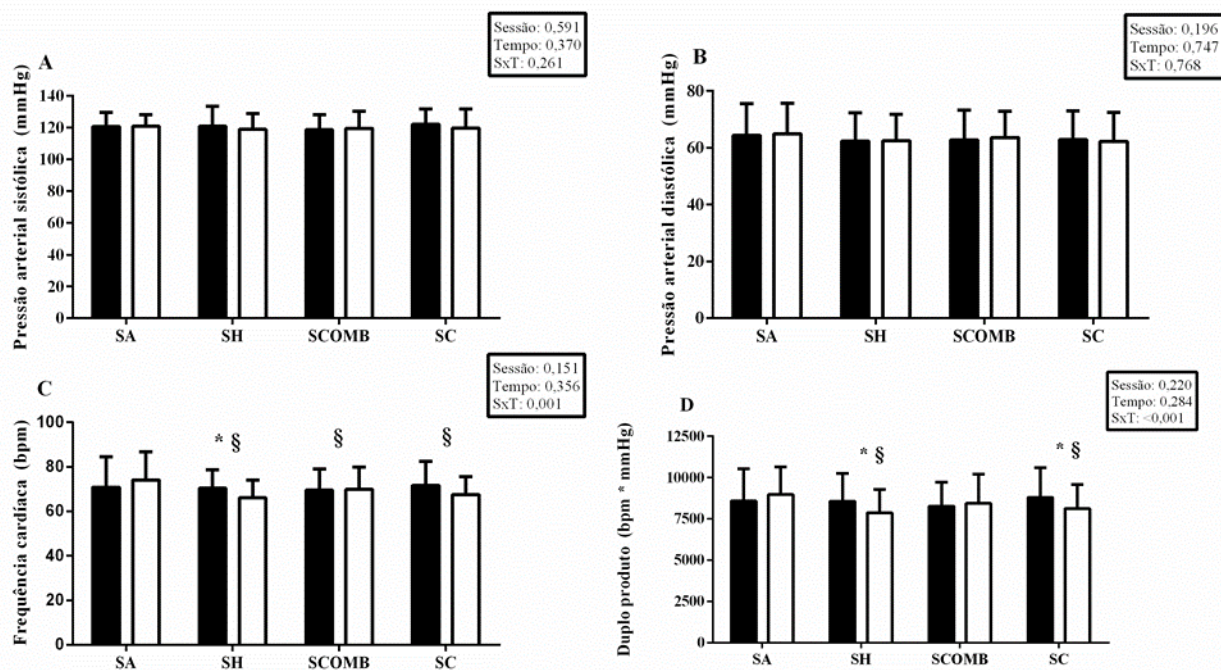
Na figura 3, são apresentadas as respostas da pressão arterial, da frequência cardíaca e do duplo produto após as sessões experimentais. Não houve respostas estatisticamente significantes na pressão arterial sistólica (SA: 120,6 ± 8,8mmHg vs. 120,7 ± 7,2mmHg; SH: 120,8 ± 12,5mmHg vs. 118,8 ± 10,1mmHg; SCOMB: 118,5 ± 9,5mmHg vs. 119,5 ± 10,7mmHg; SC: 122,0 ± 9,7 mmHg vs. 119,7 ± 12,0mmHg, p=0,261) (Figura 3A) e diastólica (SA: 64,4 ± 11,1mmHg; vs. 64,8 ± 10,9mmHg; SH: 62,3 ± 10mmHg vs. 62,5 ± 9,3mmHg; SCOMB: 62,7 ± 10,5mmHg vs. 63,6 ± 9,2mmHg; SC: 62,9 ± 9,8mmHg vs. 62,2 ± 10,3mmHg, p=0,768) (Figura 3B) após essas sessões.

Em relação à frequência cardíaca, verificou-se uma redução após a SH (70,3 ± 8,3bpm vs. 66,1 ± 8bpm, p=0,034), sendo inferior a SA (74,1 ± 12,8bpm, p<0,001). A SA também apresentou maior frequência cardíaca comparada a SCOMB (69,8 ± 10,1bpm SCOMB,



p=0,033) e SC ( $67,8 \pm 8,1$ bpm SC, p<0,001) (Figura 3C).

O duplo produto reduziu de forma significativa após a SH ( $8563,3 \pm 1689,9$  bpm\*mmHg vs.  $7868,7 \pm 1421,6$ bpm\*mmHg, p=0,021) e a SC ( $8800,2 \pm 1786,2$  bpm\*mmHg vs.  $8120,5 \pm 1449,2$  bpm\*mmHg, p=0,035). Na SA, o duplo produto foi maior que a SH ( $8963,3 \pm 1670,4$  bpm\*mmHg, p<0,001) e SC ( $8120,5 \pm 1449,2$  bpm\*mmHg SC, p=0,006).



**Figura 3** - Média das respostas da pressão arterial sistólica (A); pressão arterial diastólica (B); frequência cardíaca (C) e duplo produto (D). Barra preta pré-sessão experimental; barra branca pós-sessão experimental; \* diferença significativa em relação à pré-sessão, p<0,05; § diferença significativa em relação à SA, p<0,05.

As respostas cardiovasculares após as sessões experimentais ao longo dos 60 minutos são apresentadas na Figura no documento suplementar. O poder estatístico alcançado foi de 0,87 para pressão arterial sistólica, 0,64 para diastólica, 0,98 para frequência cardíaca e de 0,99 para o duplo produto.

## Discussão

Os principais achados deste estudo foram: (1) não houve diferença nas respostas da pressão arterial após as sessões de exercícios isométricos executados com diferentes massas

musculares; e (2) a frequência cardíaca e o duplo produto reduziram na SH, permanecendo com valores mais baixos que na SA.

Contrariamente à nossa hipótese inicial, a massa muscular envolvidas nos exercícios de força isométrico, não propiciou o surgimento da HPE, diferente do que foi observado nos estudos de força dinâmico. De fato, no estudo de meta-análise de Casonatto et al.,<sup>2</sup> que envolveu 646 indivíduos em 81 *trials* oriundos de 30 estudos, foi demonstrado que as sessões com exercícios de força dinâmico envolvendo massa muscular grande (eg, exercícios multiarticulares ou qualquer exercício com envolvimento de quadríceps e grandes dorsais) ou a combinação desses exercícios com exercícios envolvendo massa muscular pequena (exercícios monoarticulares) apresentou maior HPE comparado as sessões de exercício envolvendo apenas massa muscular pequena.

No exercício de força isométrico, por sua vez, a literatura ainda é incipiente quando se trata da análise do efeito da massa muscular nas respostas cardiovasculares. Pelo nosso conhecimento, apenas o estudo de Swift et al.<sup>17</sup> comparou as respostas pressóricas agudas dos exercícios isométricos com *handgrip* e com agachamento na parede em normotensos e observaram HPE na SA após 10 minutos da recuperação.

Diferentemente do nosso estudo, não foi observado HPE após a SA durante os 60 minutos da recuperação. Além disso, a massa muscular envolvida não foi capaz de promover reduções na pressão arterial, mesmo quando utilizamos a SCOMB. Contudo, os valores iniciais de pressão arterial próximos aos 130 mmHg para sistólica e 80 mmHg para diastólica da amostra de Swift et al.<sup>17</sup> podem ter contribuído para as diferentes respostas em relação aos nossos achados (121 mmHg para sistólica e 64 mmHg para diastólica), uma vez que níveis pressóricos iniciais mais elevados tendem a ter maior resposta da HPE.

Os resultados do presente estudo também contribuem para entendimento das respostas agudas após o exercício de força isométrico, dado que a literatura ainda é divergente. Por exemplo, em relação aos efeitos do *handgrip* na pressão arterial, sabe-se que em jovens saudáveis não tem sido observada a HPE<sup>13, 20</sup>, similar ao que ocorreu no presente estudo. Por outro lado, quando se analisam populações clínicas, como idosos pré-hipertensos e hipertensos<sup>8</sup> ou com doença arterial coronariana<sup>9</sup>, tem sido observada uma redução da pressão arterial após uma sessão com *handgrip*. Não há, no entanto, consenso na literatura, tendo em vista que outros estudos não observam a HPE, mesmo em populações clínicas<sup>10, 12, 21</sup>.

Nos estudos com exercícios isométricos de membros inferiores, as respostas da HPE se apresentam mais evidentes, independentemente das características das amostras. Os estudos de

O'Driscoll et al.<sup>5</sup> e Taylor et al.<sup>6</sup> em homens pré-hipertensos de meia-idade, observaram redução da pressão arterial imediatamente após a sessão de exercício isométrico de agachamento na parede. Recentemente, O'Driscoll et al.<sup>5</sup> observaram redução na pressão arterial em mulheres com o mesmo protocolo de exercício isométrico após 5 minutos. Devereux et al.<sup>3</sup> observaram HPE também após 5 minutos de uma sessão de extensão bilateral de perna em adultos saudáveis. Esses resultados diferem dos nossos achados, dado que não foi encontrado HPE após SA. Essas divergências podem estar associadas ao tempo curto em que a pressão arterial foi coletada nos estudos anteriores, portanto, não é sabido se, após 15 minutos, por exemplo, a HPE continuaria, pois o pouco tempo de coleta após sessão de exercício reduz a importância clínica da HPE<sup>22</sup>.

No presente estudo, a SH observou redução da frequência cardíaca, que pode ser sugerida devido ao aumento da atividade parassimpática no coração<sup>23</sup>. Resultados similares ao nosso estudo foram observados por Teixeira et al.<sup>13</sup>, que encontraram diminuição da frequência cardíaca após 30 minutos de SH em adultos saudáveis tendo em vista o aumento do RMSSD, indicador clássico de parassimpático. Por outro lado, Silva et al.<sup>15</sup> não observaram mudanças nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca pós-exercício com diferentes intensidades em homens saudáveis. Além disso, em populações hipertensas de ambos os sexos, Silva et al.<sup>12</sup> e Souza et al.<sup>8</sup> não constataram alterações na frequência cardíaca após exercício envolvendo SH. Não se sabe ao certo, portanto, o efeito agudo do exercício de força isométrico no controle autonômico cardíaco a fim de esclarecer sobre a atividade parassimpática cardíaca pelo exercício<sup>13</sup>. Entretanto, deve-se levar em consideração que a baixa magnitude de redução da frequência cardíaca pode ser considerada uma variação normal de um dia para o outro (4bpm), sem descartar também os efeitos do ciclo circadiano<sup>24</sup>.

Com relação ao duplo produto, os resultados demonstraram uma redução na SH. O duplo produto é um índice que quantifica o consumo de oxigênio pelo miocárdio<sup>25</sup> e um preditor da sobrecarga que o coração está sofrendo durante o exercício<sup>26</sup>. Sendo assim, a redução na SH pode ser explicada pela diminuição da frequência cardíaca e manutenção da pressão arterial sistólica. Apesar dessa resposta, o significado clínico dos valores obtidos ainda permanece incerto em virtude da magnitude da redução observada<sup>25</sup>.

O presente estudo apresenta algumas limitações a serem consideradas para interpretação dos resultados. Dada que a amostra foi composta por homens saudáveis a extrapolação dos achados para outros subgrupos populacionais não é adequado. As respostas autonômicas não foram investigadas, o que poderia contribuir para a compreensão das respostas cardiovasculares

ao exercício de força isométrico. Além disso, não houve o cegamento do avaliador no momento da coleta, embora isso não tenha interferido na medida pelo fato de o equipamento ser automático. Futuras pesquisas podem aprofundar a investigação dos mecanismos associados às respostas obtidas no presente estudo, bem como testar a hipótese da massa muscular em populações clínicas, cujos valores de pressão arterial são maiores.

Do ponto de vista clínico, os nossos achados demonstram que modular a massa muscular durante o exercício de força isométrico não repercute nas respostas pressóricas. Por outro lado, quando se realiza exercício de força isométrico de menor massa muscular, parece haver menor trabalho cardíaco, o que sugere ser interessante, dado que cronicamente o exercício de força isométrico tem importantes repercussões cardiovasculares<sup>27, 28</sup>.

Em conclusão, a massa muscular envolvida não teve efeito nas respostas pressóricas, e os exercícios isométricos não promoveram diminuição da pressão arterial de forma aguda em jovens saudáveis. Por outro lado, a sessão de menor massa muscular promoveu redução da frequência cardíaca e do duplo produto em jovens saudáveis.

## Referências

1. Kenney MJ and Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension* 1993; 22: 653-664. DOI: 10.1161/01.hyp.22.5.653.
2. Casonatto J, Goessler KF, Cornelissen VA, et al. The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Prev Cardiol* 2016; 23: 1700-1714. DOI: 10.1177/2047487316664147.
3. Devereux GR, Wiles JD and Howden R. Immediate post-isometric exercise cardiovascular responses are associated with training-induced resting systolic blood pressure reductions. *Eur J Appl Physiol* 2015; 115: 327-333. 20141012. DOI: 10.1007/s00421-014-3021-8.
4. O'Driscoll JM, Boucher C, Vilda M, et al. Continuous cardiac autonomic and haemodynamic responses to isometric exercise in females. *Eur J Appl Physiol* 2021; 121: 319-329. 20201018. DOI: 10.1007/s00421-020-04525-z.
5. O'Driscoll JM, Taylor KA, Wiles JD, et al. Acute cardiac functional and mechanical responses to isometric exercise in prehypertensive males. *Physiol Rep* 2017; 5. DOI: 10.14814/phy2.13236.
6. Taylor KA, Wiles JD, Coleman DD, et al. Continuous Cardiac Autonomic and

Hemodynamic Responses to Isometric Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49: 1511-1519. DOI: 10.1249/mss.0000000000001271.

7. Millar PJ, MacDonald MJ, Bray SR, et al. Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107: 509-515. 2009/08/15. DOI: 10.1007/s00421-009-1142-2.

8. Souza LR, Vicente JB, Melo GR, et al. Acute Hypotension After Moderate-Intensity Handgrip Exercise in Hypertensive Elderly People. *J Strength Cond Res* 2018; 32: 2971-2977. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002460.

9. van Assche T, Buys R, de Jaeger M, et al. One single bout of low-intensity isometric handgrip exercise reduces blood pressure in healthy pre- and hypertensive individuals. *J Sports Med Phys Fitness* 2017; 57: 469-475. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.06239-3.

10. Ash GI, Taylor BA, Thompson PD, et al. The antihypertensive effects of aerobic versus isometric handgrip resistance exercise. *J Hypertens* 2017; 35: 291-299. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001176.

11. Olher RR, Bocalini DS, Bacurau RF, et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. *Clin Interv Aging* 2013; 8: 649-655. Research Support, Non-U.S. Gov't 2013/06/15. DOI: 10.2147/CIA.S40560.

12. Silva GO, Farah BQ, Germano-Soares AH, et al. Acute blood pressure responses after different isometric handgrip protocols in hypertensive patients. *Clinics (Sao Paulo)* 2018; 73: e373. DOI: 10.6061/clinics/2018/e373.

13. Teixeira AL, Ritti-Dias R, Antonino D, et al. Sex Differences in Cardiac Baroreflex Sensitivity after Isometric Handgrip Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2018; 50: 770-777. DOI: 10.1249/mss.0000000000001487.

14. Silva PHM, de Brito LC, Cabral LLP, et al. Effects of Isometric Biceps Exercise on Blood Pressure in Adults with Hypertension. *Int J Sports Med* 2021; 42: 985-993. DOI: 10.1055/a-1337-2998.

15. Silva IMd, Sobrinho MFL, Ritti-Dias RM, et al. Cardiovascular responses after isometric handgrip exercise at different intensities in healthy men. *J Phys Educ* 2019; 30: e3020.

16. Silva GO, Carvalho JF, Kanegusuku H, et al. Acute effects of breaking up sitting time with isometric exercise on cardiovascular health: Randomized crossover trial. *Scand J Med Sci Sports* 2021; 31: 2044-2054. DOI: 10.1111/sms.14024.

17. Swift HT, O'Driscoll JM, Coleman DD, et al. Acute cardiac autonomic and



haemodynamic responses to leg and arm isometric exercise. *Eur J Appl Physiol* 2022; 122: 975-985. 20220128. DOI: 10.1007/s00421-022-04894-7.

18. Wiles JD, Goldring N, O'Driscoll JM, et al. An alternative approach to isometric exercise training prescription for cardiovascular health. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine* 2018; 3: 10-18.

19. Malachias MV. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Presentation. *Arq Bras Cardiol* 2016; 107: 0. DOI: 10.5935/abc.20160140.

20. Igor Marcelino S, Matheus Ferreira Leonardo S, Raphael Mendes R-D, et al. Respostas cardiovasculares após exercício isométrico com handgrip em diferentes intensidades em homens saudáveis. *Journal of Physical Education* 2019; 30. DOI: 10.4025/jphyseduc.v30i1.3020.

21. Olher Rdos R, Bocalini DS, Bacurau RF, et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. *Clin Interv Aging* 2013; 8: 649-655. 20130605. DOI: 10.2147/cia.S40560.

22. de Brito LC, Fecchio RY, Peçanha T, et al. Recommendations in Post-exercise Hypotension: Concerns, Best Practices and Interpretation. *Int J Sports Med* 2019; 40: 487-497. 20190709. DOI: 10.1055/a-0938-4415.

23. Brum PC, Forjaz CdM, Tinucci T, et al. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís* 2004; 18: 21-31.

24. Minati A, Santana MG and Mello MT. A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. *Rev Bras Ci Mov* 2006; 14: 75-76.

25. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013; 128: 873-934. 20130722. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829b5b44.

26. Polito MD, Pós-graduação Pd and Filho G. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo- produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. In: 2003.

27. Hansford HJ, Parmenter BJ, McLeod KA, et al. The effectiveness and safety of isometric resistance training for adults with high blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Hypertens Res* 2021; 44: 1373-1384. DOI: 10.1038/s41440-021-00720-3.

28. Silva J, Meneses AL, Parmenter BJ, et al. Effects of resistance training on endothelial function: A systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis* 2021; 333: 91-99. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2021.07.009.