

## RESPOSTAS CARDIOVASCULARES APÓS EXERCÍCIO ISOMÉTRICO COM *HANDGRIP* EM DIFERENTES INTENSIDADES EM HOMENS SAUDÁVEIS

### CARDIOVASCULAR RESPONSES AFTER ISOMETRIC HANDGRIP EXERCISE IN DIFFERENT INTENSITIES IN HEALTHY MEN

Igor Marcelino da Silva<sup>1</sup>, Matheus Ferreira Leonardo Sobrinho<sup>1</sup>, Raphael Mendes Ritti-Dias<sup>2</sup>, Brunno Phellype Silveira Valença Sobral<sup>1</sup>, André Luiz Torres Pirauá<sup>3</sup>, Luciano Machado Ferreira Tenório de Oliveira<sup>1</sup> e Breno Quintella Farah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Tabosa de Almeida ASCES/UNITA, Caruaru-PE, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Nove de Julho, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

#### RESUMO

O protocolo com 30% da contração voluntária máxima do exercício isométrico com *handgrip* é amplamente utilizada para melhoria do sistema cardiovascular. Todavia, é desconhecido se a modulação da intensidade afetam essas respostas. Objetivou analisar as respostas cardiovasculares agudas após exercício isométrico com *handgrip* realizado em diferentes intensidades. Fizeram parte deste estudo *cross-over* 23 homens saudáveis. Os voluntários realizaram três sessões experimentais: 4x2 minutos de contração a 30% (S30) e 4x2 minutos de contração a 50% (S50) da contração voluntária máxima e controle (SC). A pressão arterial (PA) e os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca do domínio do tempo (SDNN, RMSSD e PNN50) e da frequência (LF, HF e LF/HF) foram obtidos antes e após as sessões. Nenhuma das sessões experimentais promoveram alterações estatisticamente significantes na PA sistólica e diastólica ( $p > 0,05$  para todos). Após a S50, houve menor aumento do SDNN nos cinco minutos pós-exercício (S50:  $+5 \pm 6$ ; S30:  $+20 \pm 5$ ; SC:  $+10 \pm 2$  ms,  $p < 0,05$ ) e maior aumento do LF/HF após 20 minutos (S50:  $+1,59 \pm 0,80$ ; S30:  $-0,49 \pm 0,49$ ; SC:  $+0,39 \pm 0,49$ ,  $p < 0,05$ ) comparado as demais sessões. Conclui-se que as respostas da PA ao exercício isométrico de *handgrip* são similares entre as intensidade, no entanto, o exercício mais intenso promoveu maior aumento da modulação simpática e redução da modulação parassimpática após exercício.

**Palavras-chave:** Pressão arterial. Exercício. Treinamento de resistência. Frequência cardíaca.

#### ABSTRACT

The protocol at 30% of maximal voluntary contraction of isometric handgrip exercise is widely used for cardiovascular system improvement. However, it is unknown whether intensity modulation affects these responses. To analyze the acute cardiovascular responses after isometric handgrip exercise performed at different intensities. Twenty-three healthy men participated in this cross-over study. The volunteers performed three experimental sessions: 4x2 minutes of contraction at 30% (S30) and 4x2 minutes of contraction at 50% (S50) of the maximum voluntary contraction and control (SC). Blood pressure (BP) and time domain (SDNN, RMSSD and PNN50) and frequency (LF, HF and LF/HF) heart rate variability parameters were obtained before and after the sessions. None of the experimental sessions promoted statistically significant changes in systolic and diastolic BP ( $p > 0.05$  for all). After S50, there was a smaller increase of SDNN in the five minutes post-exercise (S50:  $+5 \pm 6$ , S30:  $+20 \pm 5$ , SC:  $+10 \pm 2$  ms,  $p < 0.05$ ) and higher LF/HF after 20 minutes (S50:  $+1.59 \pm 0.80$ , S30:  $-0.49 \pm 0.49$ , SC:  $+0.39 \pm 0.49$ ,  $p < 0.05$ ) compared to the other sessions. In conclusion the responses of BP to isometric handgrip exercise are similar between the intensity, however, the more intense exercise promoted greater increase of the sympathetic modulation and reduction of the parasympathetic modulation after exercise.

**Keywords:** Blood pressure. Exercise. Resistance exercise. Heart rate.

#### Introdução

O treinamento isométrico com *handgrip* tem sido proposto como alternativa para o tratamento e a prevenção da hipertensão arterial sistêmica, uma vez que estudos de revisão e meta-análises têm demonstrado que esse tipo de treinamento promove reduções da pressão arterial (PA)<sup>1-3</sup>. American Heart Association<sup>4</sup> já começa a indicar, embora com cautela, os potenciais benefícios desse tipo de treinamento.

Embora consolidados os efeitos crônicos do exercício isométrico com *handgrip* na PA, os mecanismos ainda não estão claros. Alguns estudos têm sugerido que as respostas agudas

do exercícios estão diretamente relacionaodo com os efeitos crônicos na PA<sup>5-7</sup>, o que torna esse uma importante área mecanicista. No entanto, a literatura sobre os efeitos agudos do exercício isométrico com handgrip na PA é incipiente e controversa, dado que alguns estudos têm observado redução em sujeitos pré-hipertensos<sup>8</sup> e hipertensos<sup>9</sup>, enquanto outros não têm observado alterações nos idosos saudáveis<sup>10</sup>, pessoas com doença arterial coronariana<sup>11</sup> e pré-hipertensos<sup>12</sup>, o que sugere a necessidade de mais estudos.

Curiosamente, os estudos que analisaram as respostas agudas utilizaram o protocolo de 30% da CVM, sendo desconhecidos efeitos cardiovasculares com outras intensidades, embora cronicamente a intensidade de 50% da CVM se mostre eficaz na redução da PA<sup>13</sup>. Além disso, cronicamente o aumento da modulação do parassimpático concomitantemente com a redução do simpática para o coração vem sendo sugerido como mecanismo responsável da redução da PA após treinamento com *handgrip*<sup>3,14</sup>, o que corrobora com as respostas agudas encontradas em idosos<sup>15,16</sup> e jovens<sup>17</sup>. Por outro lado, se diferentes intensidades também modulariam as respostas da modulação autonômica cardíaca é desconhecido.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar as respostas cardiovasculares aguda após exercício isométrico com *handgrip* com diferentes intensidades em homens saudáveis.

## Métodos

### *Sujeitos e considerações éticas*

Fizeram parte da amostra deste estudo *cross-over*, 23 homens saudáveis, que foram recrutados por cartazes dentro e fora do Centro Universitário Tabosa de Almeida (ASCES-UNITA), bem como por meio de anúncios em redes sociais. Para tanto, os indivíduos deveriam ter idade entre 18 e 30 anos, serem normotensos e apresentar baixo risco cardiovascular, de acordo com as recomendações do *American College of Sport Medicine*<sup>18</sup>. Foram excluídos aqueles que, durante o estudo, utilizaram substâncias que alterassem o sistema cardiovascular, tais como: esteroides anabolizantes, energéticos, hipercalóricos, dentre outros.

Todos os procedimentos do presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Pernambuco (CAAE: 30806014.0.0000.5207) e os indivíduos que concordaram em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### *Triagem e diagnóstico de normotensão*

Os indivíduos foram submetidos a uma avaliação de risco cardiovascular, bem como medida da PA, garantindo a inclusão e a elegibilidade do estudo. Também foram obtidos os dados demográficos, histórico de saúde, uso de medicamentos e suplementos, além de medidas antropométricas (massa corporal e estatura).

A avaliação da PA foi realizada em dois dias distintos com intervalo de 48 horas, a fim de garantir precisão dos valores pressóricos<sup>19,20</sup>. Os indivíduos receberam instruções que deveriam ser seguidas 24 horas antes de cada avaliação, como não realizar nenhum tipo de exercício físico, manter a rotina normal de horário de sono e alimentação, não ingerir chá, café ou qualquer composto que contivesse cafeína e também não ingerir bebida alcoólica. Nos dias que ocorreram as medidas da PA, os indivíduos foram questionados sobre o cumprimento das recomendações solicitadas e, em seguida, foi pedido que esvaziassem a bexiga, para que as medidas pudessem ser realizadas.

A medida da PA foi realizada com os indivíduos sentados em uma sala silenciosa, com temperatura controlada, por meio do equipamento Omron HEM 742 automático. As medidas

foram realizadas no braço direito com manguito adequado para a circunferência do braço e foram realizadas medidas até que a diferença das duas últimas medidas fosse inferior a 4 mmHg, conforme recomendado pela 7ª Diretrizes Brasileiras de Hipertensão<sup>21</sup>. Foram considerados normotensos aqueles com PA sistólica inferior a 140 mmHg e/ou diastólica inferior a 90 mmHg em dois dias distintos<sup>21</sup>.

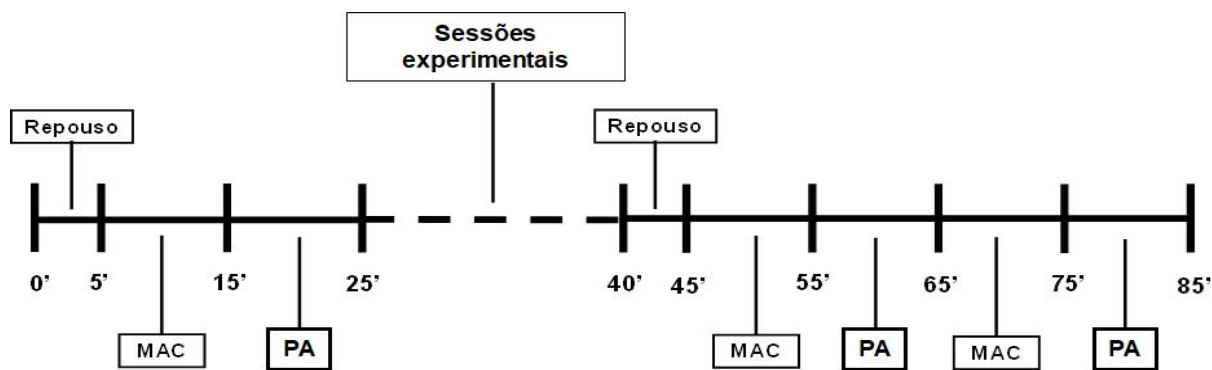
#### *Avaliação da contração voluntária máxima*

Para a avaliação da contração voluntária máxima (CVM), foi utilizado o equipamento *handgrip* da marca CAMRY, ajustável e calibrado com escala de 0 a 100 kgf. Os indivíduos foram avaliados sentados com o ombro levemente aduzido, o cotovelo fletido a 90°, o antebraço e o punho em posição neutra, conforme preconiza a *American Society of Hand Therapists*<sup>22</sup>. Foi realizado o ajuste do posicionamento das mãos, de modo que a articulação inter falangeana proximal da mão fosse ajustada sob a barra para que permitisse que a preensão fosse realizada entre os dedos e a região tênar com máximo conforto.

Durante o teste os indivíduos realizaram duas contrações máximas de cinco segundos em cada braço com o intervalo de um minuto, no final, foi considerado o maior valor encontrado em cada braço. Esses procedimentos apresentam bons indicadores de reprodutibilidade (coeficiente de correlação intraclasse de 0,986 braço não dominante e 0,989 braço dominante)<sup>23</sup>.

#### *Desenho experimental*

Os indivíduos foram submetidos a três protocolos experimentais, cuja ordem foi aleatorizada, sendo eles: duas sessões de exercício (S30 e S50) e uma sessão controle (SC). O desenho do estudo está apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Desenho experimental do estudo

**Nota:** PA – Pressão arterial; MAC – modulação autonômica cardíaca

**Fonte:** Os autores

Na S30, os indivíduos realizaram quatro séries de dois minutos de contração isométrica com intervalo de um minuto entre as séries e intensidade de 30% da CVM; na S50 os indivíduos realizaram quatro séries de dois minutos de contração isométrica com intervalo de um minuto entre as séries e intensidade de 50% da CVM; na SC os indivíduos realizaram quatro séries de dois minutos de contração isométrica com intervalo de um minuto entre as séries e intensidade de 3% da CVM.

A avaliação da PA e a modulação autonômica cardíaca ocorreu antes e após a realização das sessões. A PA foi coletada após 15 e 30 minutos, enquanto que a modulação autonômica cardíaca foi coletada cinco e 20 minutos após a sessão.

### *Pressão arterial e modulação autonômica cardíaca*

Antes das coletas, os indivíduos receberam orientações para que mativessem o padrão de sono, não realizassem exercício físico ou consumissem bebidas cafeinadas e alcoólicas 24 horas antes das sessões. A medida da PA seguiu os mesmos protocolos adotados na triagem cardiovascular e em concordância com a 7ª Diretrizes Brasileiras de Hipertensão<sup>21</sup>.

A avaliação da modulação autonômica cardíaca ocorreu pela análise da variabilidade da frequência cardíaca. Para tanto, foi necessário que os indivíduos permanecessem por mais de 10 minutos sentados, período no qual foram registrados os intervalos RR, por meio de um monitor de frequência cardíaca válido para esta função (Polar RS800CX, Polar Electro, Finlândia), sendo considerado um sinal válido aqueles com pelos menos cinco minutos de sinal estacionário, identificada por inspeção visual<sup>24</sup>.

Após a coleta, os intervalos RR foram exportados para o programa *Kubios HRV* (*Biosignal Analysis and Medical Imaging Group*, Finlândia), cujas análises do domínio do tempo e da frequência foram realizadas. Os parâmetros do domínio do tempo, desvio padrão de todos os intervalos RR (SDNN), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e porcentagem dos intervalos adjacentes com mais de 50ms (PNN50) foram obtidos. Esses parâmetros representam a variabilidade da frequência cardíaca, sendo os maiores valores indicativos de boa funcionalidade do sistema cardiovascular<sup>24</sup>.

Os parâmetros do domínio da frequência foram obtidos pela técnica da análise espectral, utilizando o método autorregressivo, com a ordem do modelo fixo em 12. Foram consideradas como fisiologicamente significativas as frequências entre 0,04 e 0,4 Hz, sendo o componente de baixa frequência (LF) representado pelas oscilações entre 0,04 e 0,15 Hz e o componente de alta frequência (HF) entre 0,15 e 0,4 Hz. O poder de cada componente espectral foi calculado em termos normalizados, que foram realizados dividindo-se o poder de cada banda pelo poder total, do qual foi subtraído o valor de banda de muito baixa frequência (<0,04Hz), sendo o resultado multiplicado por 100<sup>24</sup>. O componente LF/HF foi utilizado como indicador do balanço simpato-vagal.

Todos os procedimentos foram realizados por um único avaliador cego para as sessões às quais os indivíduos estavam sendo submetidos. O coeficiente de correlação intraclassa deste avaliador para os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca foi de 0,980 a 0,995<sup>25</sup>.

### *Análise estatística*

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa Statistica 7.0. A análise da normalidade e homogeneidade de variância foram checadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Análise de variância de um fator foi utilizada para a comparar valores pré-sessão. Os efeitos das sessões experimentais na PA foram analisados pela análise de variância de dois fatores para medidas repetidas, tendo a sessão (S30, S50 e SC) e o tempo (pré-intervenção, 15 e 30 minutos pós-intervenção) como fatores. Para analisar os efeitos das sessões experimentais na modulação autonômica cardíaca foi feito o delta absoluto (pós 5 minutos – pré e pós 20 minutos - pré) de cada parâmetro da VFC. O *post-hoc* de Newman-Keuls foi utilizado para verificar as diferenças significantes. Para todas as análises, foi considerado significativo o valor de  $P < 0,05$  e os dados foram apresentados em média  $\pm$  erro-padrão.

## Resultados

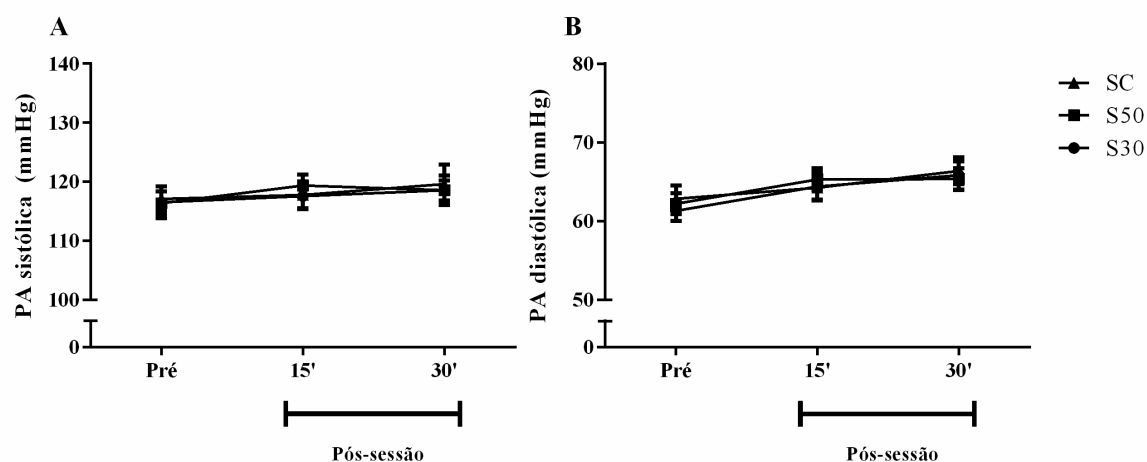
As características gerais dos indivíduos incluídos no presente estudo estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características gerais dos sujeitos incluídos no estudo (n=23)

| Variáveis                                     | Média $\pm$ erro-padrão |
|-----------------------------------------------|-------------------------|
| Idade (anos)                                  | 21,0 $\pm$ 0,4          |
| Massa corporal (kg)                           | 71,0 $\pm$ 1,9          |
| Estatura (m)                                  | 1,75 $\pm$ 0,02         |
| Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> ) | 23,0 $\pm$ 0,7          |
| Pressão arterial sistólica (mmHg)             | 117 $\pm$ 2             |
| Pressão arterial diastólica (mmHg)            | 63 $\pm$ 1              |

Fonte: Os autores

Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre as sessões experimentais no momento pré-sessão ( $p>0,05$ ). Não houve diferenças estatisticamente significativas nas sessões experimentais para a PA sistólica (S50 - pré: 116 $\pm$ 2 mmHg; 15'pós: 119 $\pm$ 2 mmHg; 30'pós: 119 $\pm$ 2 mmHg; S30 -pré: 117 $\pm$ 3 mmHg; 15'pós: 118 $\pm$ 2 mmHg; 30'pós: 119 $\pm$ 3 mmHg; SC - pré:117 $\pm$ 2 mmHg; 15'pós: 118 $\pm$ 2 mmHg; 30'pós: 120 $\pm$ 3mmHg) e PA diastólica (S50 - pré: 62 $\pm$ 1 mmHg; 15'pós: 65 $\pm$ 1 mmHg; 30'pós: 65 $\pm$ 1 mmHg; S30 - pré: 61 $\pm$ 1 mmHg; 15'pós: 64 $\pm$ 2 mmHg; 30'pós: 66 $\pm$ 2 mmHg; SC - pré:63 $\pm$ 2 mmHg; 15'pós: 64 $\pm$ 2 mmHg; 30'pós: 66 $\pm$ 2 mmHg) (Figura 2).

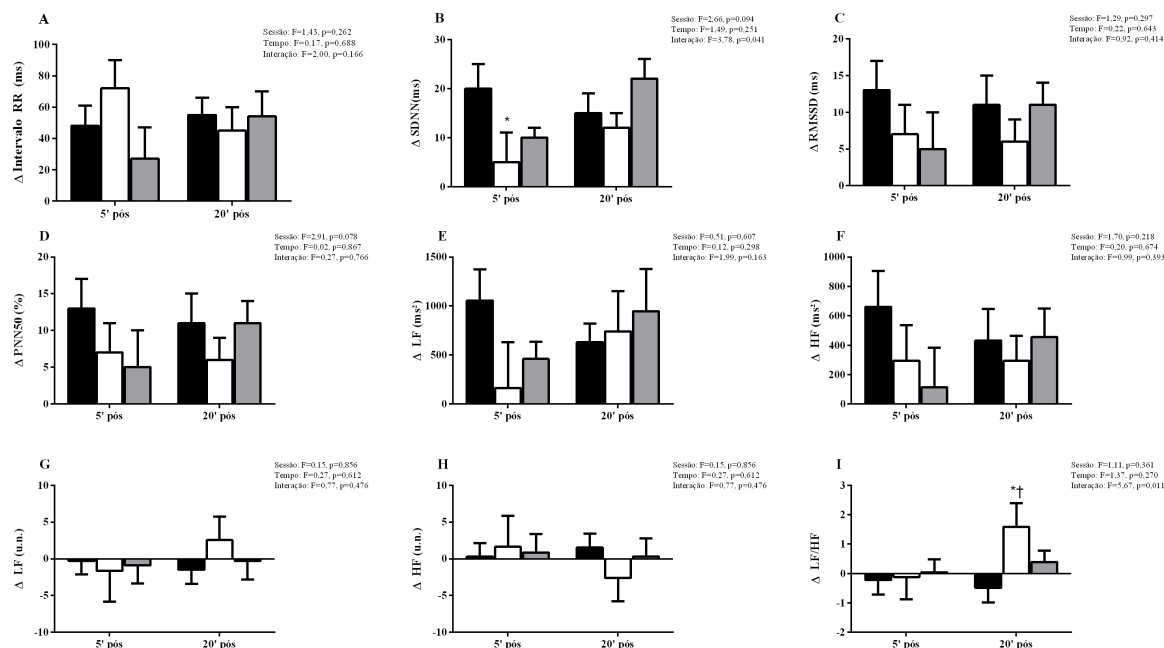


**Figura 2.** Respostas agudas da pressão arterial sistólica e diastólica após as sessões experimentais

**Nota:** S50: Sessão 2 minutos a 50%; S30: Sessão 2 minutos a 30%; SC: Sessão controle; PA – pressão arterial. Painel A - Sessão:  $F=0,127$ ,  $p=0,881$ ; Tempo:  $F=2,462$ ,  $p=0,097$ , Interação:  $F=0,389$ ,  $p=0,816$ . Painel B – Sessão:  $F=0,269$ ,  $p=0,767$ ; Tempo:  $F=26,181$ ,  $p<0,001$ ; Interação:  $F=1,061$ ,  $p=0,381$

Fonte: Os autores

Verificou-se que após a S50 os indivíduos apresentaram menor SDNN comparado às demais sessões e maior LF/HF comparado a S30 ( $P<0,05$ ) (Figura 3). Para os demais parâmetros não foram observadas alterações estatisticamente significantes.



**Figura 3.** Alterações da modulação autonômica cardíaca após cinco e 20 minutos do exercício isométrico com *handgrip* em jovens saudáveis

**Nota:** Barras pretas S30, barras brancas S50 e barras cinzas controle. SDNN – desvio-padrão de todos os intervalos RR, RMSSD – raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes, PNN50 – percentagem dos intervalos adjacentes com mais de 50ms, LF – banda de baixa frequência, HF – banda de alta frequência, LF/HF – balanço simpato-vagal. \* Estatisticamente diferente da S30; † Estatisticamente diferente do controle ( $P < 0,05$ )

**Fonte:** Os autores

## Discussão

Esse é o primeiro estudo a analisar as respostas agudas da PA e modulação autonômica cardíaca após exercício isométrico com *handgrip* realizado em diferentes intensidades. Os principais resultados do estudo demonstraram que o exercício isométrico com *handgrip* não alteraram as respostas pressóricas, independentemente das intensidades aplicadas. Por outro lado, o exercício isométrico com *handgrip* realizado com 50% da CVM promoveu aumento da modulação simpática e redução da modulação parassimpática após 20 minutos do exercício.

Embora cronicamente os efeitos do exercício isométrico com *handgrip* estejam bem estabelecidos na literatura, com estudos de meta-análises<sup>1,2</sup> demonstrando redução de aproximadamente 6 mmHg para PA sistólica e 4 mmHg para PA diastólica em sujeitos hipertensos ou normotensos, as respostas agudas ainda são incertas. No presente estudo não foi observado alterações estatisticamente significantes da PA após 15 e 30 minutos do exercício, sendo esses resultados independentes das intensidades empregadas. Esses resultados estão de acordo com alguns estudos na literatura, Millar et al.<sup>16</sup> também não observaram alterações após 30 minutos da PA ao submeter 12 idosos saudáveis a um protocolo idêntico da S30 do presente estudo. No estudo realizado por van Assche et al.<sup>8</sup> também não foi observada alteração por um período de 60 minutos após o exercício isométrico com protocolo similar ao da S30. Similar ao estudo de Olher et al.<sup>10</sup> que ao submeter idosos hipertensas a exercícios com 30 e 50% da CVM, embora com séries mais curtas (5 séries de 10 segundos cada) não observaram alterações na PA por um período de 60 minutos.

Por outro lado, Millar et al.<sup>9</sup> observaram redução da PA sistólica de idosos cinco minutos após o exercício isométrico com *handgrip* a 30% da CVM. As diferenças encontradas poderiam ser explicadas, pelo menos parcialmente, pelo protocolo de avaliação da PA, sugerindo que o efeito hipotensor é rápido podendo ser somente transitório e que retornaria após 15 minutos, bem como pelas características dos sujeitos, uma vez que no estudo de Millar et al.<sup>9</sup> os valores iniciais de PA eram superiores aos dos sujeitos do presente estudo, sabe-se que sujeitos com níveis maiores de PA são mais responsivos<sup>26</sup>.

Embora não tenha sido observado alterações estatisticamente significantes na PA, foi observado neste estudo que a S50 gerou aumento da modulação simpática e redução da modulação parassimpática para o coração após a realização do exercício, indicado pelo aumento da LF/HF e redução do SDNN, respectivamente. Esse foi o primeiro estudo a analisar essas respostas com intensidade a 50% da CVM. Previamente, Millar et al.<sup>9</sup> já haviam descrito que o exercício a 30% da CVM promoveu aumento da modulação parassimpática em repouso após cinco minutos em 18 idosos saudáveis. Nesse sentido, esses resultados sugerem que realizar exercício isométrico com 50% da CVM pode não ser o mais eficaz para melhoria da PA. De fato, aumento da modulação simpática concomitantemente redução da modulação parassimpática para o coração estão associados ao maior débito cardíaco, e, consequentemente, maior PA<sup>27</sup>.

Não foi objetivo do presente estudo investigar os mecanismos pelos quais a S50 promoveu maior estresse cardiovascular do que a S30. Todavia, sabe-se que o exercício isométrico é realizado com uma contração muscular sustentada, sem qualquer alteração no comprimento do grupo de músculos envolvidos. No entanto, o aumento da intensidade durante uma ação isométrica por promover aumento da resistência vascular periférica, provocada por obstrução mecânica do fluxo sanguíneo muscular, pode ativar o reflexo pressor, que estimularia o aumento da atividade nervosa simpática e a redução da atividade parassimpática<sup>28, 29</sup>.

Vale ressaltar que existem algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiro, a amostra era de jovens homens saudáveis, portanto, fica limitada a extrapolação para outros grupos populacionais que se beneficiariam mais com exercício isométrico com *handgrip* como pessoas com doenças cardiovasculares. Não houve controle do nível de condicionamento físico dos sujeitos da amostra, embora nenhum tivesse experiência com o treinamento isométrico com *handgrip*. O tempo de análise das respostas foi de até 30 minutos após o exercício, o que torna necessários futuros estudos para conduzir avaliação mais duradoura como 24 horas, por exemplo. Finalmente, embora o LF seja amplamente utilizado como indicador de modulação simpática<sup>24</sup>, deve-se considerar que há divergências na literatura<sup>30, 31</sup> e os resultados devem ser analisados com cautela.

Em conclusão, as respostas da PA ao exercício isométrico de *handgrip* são similares entre as intensidade 30 e 50% da CVM, no entanto, o exercício mais intenso promoveu maior aumento da modulação simpática e redução da modulação parassimpática após exercício.

## Referências

1. Jin YZ, Yan S, Yuan WX. Effect of isometric handgrip training on resting blood pressure in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Sports Med Phys Fitness* 2017;57(1-2):154-160. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.05887-4.
2. Inder JD, Carlson DJ, Dieberg G, McFarlane JR, Hess NC, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. *Hypertens Res* 2016;39(2):88-94. DOI: 10.1038/hr.2015.111.
3. Farah BQ, Germano-Soares AH, Rodrigues SLC, Santos CX, Barbosa SS, Vianna LC, et al. Acute and chronic effects of isometric handgrip exercise on cardiovascular variables in hypertensive patients: A systematic review. *Sports* 2017;5(3):55. DOI: 103390/sports5030055.

4. Brook RD, Appel LJ, Rubenfire M, Ogedegbe G, Bisognano JD, Elliott WJ, et al. Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the american heart association. *Hypertension* 2013;61(6):1360-1383. DOI: 10.1161/HYP.0b013e318293645f.
5. Tibana RA, de Sousa NM, da Cunha Nascimento D, Pereira GB, Thomas SG, Balsamo S, et al. Correlation between acute and chronic 24-hour blood pressure response to resistance training in adult women. *Int J Sports Med* 2015;36(1):82-89. DOI:10.1055/s-0034-1382017.
6. Moreira SR, Cucato GG, Terra DF, Ritti-Dias RM. Acute blood pressure changes are related to chronic effects of resistance exercise in medicated hypertensives elderly women. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014;36(3):242-8. DOI: 10.1111/cpf.12221.
7. Somani YB, Baross AW, Brook RD, Milne KJ, McGowan CL, Swaine IL. Acute response to a 2-minute isometric exercise test predicts the blood pressure-lowering efficacy of isometric resistance training in young adults. *Am J Hypertens* 2018;31(3):362-368. DOI: 10.1093/ajh/hpx173.
8. Assche T, Buys R, de Jaeger M, Coeckelberghs E, Cornelissen VA. 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(4):469-475. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.06239-3.
9. Millar PJ, MacDonald MJ, Bray SR, McCartney N. Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation. *European journal of applied physiology* 2009;107(5):509-515. DOI: 10.1007/s00421-009-1142-2.
10. Olher RR, Bocalini DS, Bacurau RF, Rodriguez D, Figueira A, Pontes FL, et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. *Clin Interv Aging* 2013;8:649-655. DOI: 10.2147/CIA.S40560.
11. Goessler K, Buys R, Cornelissen VA. Low-intensity isometric handgrip exercise has no transient effect on blood pressure in patients with coronary artery disease. *J Am Soc Hypertens* 2016;10(8):633-639. DOI: 10.1016/j.jash.2016.04.006.
12. Ash GI, Taylor BA, Thompson PD, MacDonald HV, Lamberti L, Chen MH, et al. The antihypertensive effects of aerobic versus isometric handgrip resistance exercise. *J Hypertens* 2017;35(2):291-299. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001176.
13. Peters PG, Alessio HM, Hagerman AE, Ashton T, Nagy S, Wiley RL. Short-term isometric exercise reduces systolic blood pressure in hypertensive adults: possible role of reactive oxygen species. *Int J Cardiol* 2006;110(2):199-205. DOI: 10.1016/j.ijcard.2005.07.035.
14. Millar PJ, McGowan CL, Cornelissen VA, Araujo CG, Swaine IL. Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports Med* 2014;44(3):345-356. DOI: 10.1007/s40279-013-0118-x.
15. Millar PJ, MacDonald MJ, Bray SR, McCartney N. Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation. *Eur J Appl Physiol* 2009;107(5):509-515. DOI: 10.1007/s00421-009-1142-2.
16. Millar PJ, MacDonald MJ, McCartney N. Effects of isometric handgrip protocol on blood pressure and neurocardiac modulation. *Int J Sports Med* 2011;32(3):174-180. DOI: 10.1055/s-0030-1268473.
17. Teixeira AL, Ritti-Dias R, Antonino D, Bottaro M, Millar PJ, Vianna LC. Sex differences in cardiac baroreflex sensitivity after isometric handgrip exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2018;50(4):770-777. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001487.
18. American College of Sports Medicine - ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006.
19. Oliveira L, Silva AO, Diniz PRB, Farah BQ, Piraua ALT, Lima Neto AJ, et al. The number of visits and blood pressure measurements influence the prevalence of high blood pressure in adolescents. *J Am Soc Hypertens* 2017;11(6):343-349. DOI: 10.1016/j.jash.2017.04.002.
20. Magalhaes MG, Oliveira LM, Christofaro DG, Ritti-Dias RM. Prevalence of high blood pressure in Brazilian adolescents and quality of the employed methodological procedures: systematic review. *Rev Bras Epidemiol* 2013;16(4):849-859. DOI: 10.1590/S1415-790X2013000400005.
21. Malachias M, Souza W, Plavnik FL, Rodrigues C, Brandao AA, Neves M, et al. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 2 - Diagnosis and Classification. *Arq Bras Cardiol* 2016;107(3 Suppl 3):7-13. DOI: 10.5935/abc.20160152.
22. Fess E. Grip strength. In: Casanova JS, editor. *Clinical assessment recommendations*. 2. ed. Chicago: American Society of Hand Therapists; 1992, p. 41-45.
23. Farah BQ, Correia MdA, Rodrigues SLC, Cavalcante BR, Ritti-Dias RM. Reliability of handgrip maximal voluntary contraction in hypertensive adults. *Rev Bras Ativ Fis e Saúde* 2014;19(5):590-596. DOI: 10.12820/rbafs.v.19n5p590.
24. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996;93(5):1043-1065. DOI: 10.1161/01.

25. Farah BQ, Lima AH, Cavalcante BR, Oliveira LM, Brito AL, Barros MV, et al. Intra-individuals and inter- and intra-observer reliability of short-term heart rate variability in adolescents. *Clin Physiol Funct Imaging* 2016;36(1):33-39. DOI: 10.1111/cpf.12190.
26. Millar PJ, Bray SR, McGowan CL, MacDonald MJ, McCartney N. Effects of isometric handgrip training among people medicated for hypertension: a multilevel analysis. *Blood Press Monit* 2007;12(5):307-314. DOI: 10.1097/MBP.0b013e3282cb05db.
27. Malpas SC. Sympathetic nervous system overactivity and its role in the development of cardiovascular disease. *Physiol Rev* 2010;90(2):513-557. DOI: 10.1152/physrev.00007.2009.
28. Spranger MD, Krishnan AC, Levy PD, O'Leary DS, Smith SA. Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2015;309(9):H1440-H1452. DOI: 10.1152/ajpheart.00208.2015.
29. Fisher JP, Ogoh S, Young CN, Keller DM, Fadel PJ. Exercise intensity influences cardiac baroreflex function at the onset of isometric exercise in humans. *J Appl Physiol* 2007;103(3):941-947. DOI: 10.1152/japplphysiol.00412.2007.
30. Goldstein DS, Benth O, Park MY, Sharabi Y. Low-frequency power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes. *Exp Physiol* 2011;96(12):1255-1261. DOI: 10.1113/expphysiol.2010.056259.
31. Moak JP, Goldstein DS, Eldadah BA, Saleem A, Holmes C, Pechnik S, et al. Supine low-frequency power of heart rate variability reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervation. *Cleve Clin J Med* 2009;76( Suppl 2):S51-S59. DOI: 10.1007/s10286-010-0098-y.

**Agradecimentos:** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico(#448759/2014-4)

**ORCID** dos autores:

Igor Marcelino da Silva: 0000-0003-3969-9771

Matheus Ferreira Leonardo Sobrinho: 0000-0003-1792-7542

Raphael Mendes Ritti-Dias: 0000-0001-7883-6746

Brunno Phellype Silveira Valença Sobral: 0000-0002-5432-1884

André Luiz Torres Pirauá: 0000-0001-5257-4610

Luciano Machado Ferreira Tenório de Oliveira: 0000-0002-7937-7358

Breno Quintella Farah: 0000-0003-2286-5892

Recebido em 26/11/17.

Revisado em 22/06/18.

Aceito em 19/08/18.

---

**Endereço para correspondência:** Breno Quintella Farah. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Educação Física. Manuel de Medeiros Av., s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, Zipcode. 52171-900; E-mail: brenofarah@hotmail.com.br