

Hipotensão e variabilidade da frequência cardíaca pós-exercício de força executado de forma máxima e submáxima

Hypotension and heart rate variability after resistance exercise performed maximal and submaximal order

Victor Gonçalves Corrêa Neto^{1,2}, Claudio Melibeu Benteso^{1,3}, Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto⁴, Humberto Miranda^{1,3}

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi observar as respostas da pressão arterial e da modulação autonômica cardíaca depois da execução do exercício de força de forma máxima e submáxima. Três grupos foram formados, um que realizou o exercício de forma máxima (idade: 20.5 ± 0.6 anos, massa corporal: 63.7 ± 14.8 quilos, estatura: 1.70 ± 0.10 metro, índice de massa corporal: 22.8 ± 4.5 quilograma por metro quadrado [kg/m^2]), outro de forma submáxima (idade: 25 ± 4.1 anos, massa corporal: 69.1 ± 12.8 quilos, estatura: 1.80 ± 0.10 metro, índice de massa corporal: $22.2 \pm 1.7 \text{ kg}/\text{m}^2$) e ainda, um controle (idade: 23.7 ± 3.8 anos, massa corporal: 64.2 ± 15 quilos, estatura: 1.70 ± 0.10 metro, índice de massa corporal: $21.8 \pm 1.9 \text{ kg}/\text{m}^2$). A pressão arterial e os intervalos R-R da frequência cardíaca foram registrados antes do exercício e durante uma hora com cortes de dez minutos após o exercício. A análise de variância não ilustrou diferenças significativas entre os protocolos experimentais para pressão arterial ($p > 0.05$), porém o tamanho do efeito foi capaz de mostrar que o treino mais intenso provocou redução na pressão arterial sistólica em mais momentos. Em relação à resposta autonômica cardíaca, o grupo que se exercitou de forma submáxima exibiu um aumento significativo na razão LF/HF ($p = 0,022$) no momento 20 minutos pós-esforço. O protocolo mais intenso provocou reduções na pressão arterial em mais momentos, e foi mais seguro em relação à modulação autonômica cardíaca, visto que não provocou aumento na atividade simpática durante a recuperação.

Palavras chave: Treinamento de resistência, exercício, pressão arterial, fisiologia cardiovascular, hipertensão.

ABSTRACT

The aim of the study was verified the blood pressure responses and the cardiac autonomic modulation after the strength exercise in two different conditions (maximal and submaximal). The subjects were divided in three groups, such as: maximal repetitions (age: 20.5 ± 0.6 years, weight: 63.7 ± 14.8 , height: 1.7 ± 0.1 , body mass index: 22.8 ± 4.5 Kilogram per square meter (kg/m^2)), submaximal repetitions (age: 25 ± 4.1 years, weight: 69.1 ± 12.8 , height: 1.8 ± 0.1 , body mass index: 22.2 ± 1.7 (kg/m^2)) and a control group (age: 23.7 ± 3.8 years, weight: 64.2 ± 15 , height: 1.7 ± 0.1 , body mass index: 21.8 ± 1.9 (kg/m^2)). The blood pressure and the Heart Rate R-R intervals were measured before and during one hour after the session, with 10-minutes intervals length between measurements. The analyze of variance did not showed significant differences between experimental protocols to blood pressure ($p > 0.05$). However, the effect size was able to show that the most intense training caused a reduction in systolic blood pressure at times. Regarding cardiac autonomic response, the group that exercised the submaximal form exhibited a significant increase in LF / HF ($p = 0.022$) when 20 minutes' post-exercise. There was a not significant difference in cardiac autonomic modulation between protocols. The high intensity protocol has caused blood pressure reductions in more moments and it was over safer in relation to cardiac autonomic modulation, since it did not cause increased sympathetic activity during recovery.

Keywords: Resistance training, exercise, hypotension, cardiovascular physiology, hypertension.

Artigo recebido a 27.01.2015; Aceite a 01.11.2016

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

² Faculdade Gama e Souza, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

⁴ Universidade Salgado de Oliveira, Rio de Janeiro, Brasil.

* Autor correspondente: Avenida Carlos Chagas Filho, 540, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: victorgcn@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS), caracterizada pela manutenção crônica das cifras pressóricas elevadas tem sido considerada relevante fator de risco para injúrias de ordem cardiovascular. Sua relevante prevalência em todas as faixas etárias (Corrêa Neto, Sperandei, Silva, Maranhão Neto, & Palma, 2014; Mendes & Barata, 2008), retratada por valores quantitativos expressivos em nível populacional, faz denotar preocupação de âmbito mundial (Chobanian et al., 2003).

Diante do presente contexto, estratégias não farmacológicas vêm sendo defendidas como métodos alternativos no tratamento da HAS. Corroborando o impacto de tais métodos, organizações de relevância mundial emitem seus pareceres discursando sobre a importância desses tratamentos. Dentro de tal cenário, o exercício físico parece ocupar local de destaque (American College of Sports Medicine [ACSM], 2004; Brook et al., 2013).

A hipotensão pós-exercício é o termo empregado para conceituar a queda da pressão arterial (PA) nos momentos que sucedem o término do esforço (Figueiredo et al., 2014; Hamer, 2006). O treinamento de força já se mostrou eficiente na ação sob tal fenômeno mesmo quando investigado em volumes, intensidades e distintos métodos de treinamento (Simão, Fleck, Polito, Monteiro, & Farinatti, 2005). O impacto da queda pressórica pós-exercício possui importante relevância clínica reduzindo o risco para eventos de ordem cardiocirculatória ao longo do dia (ACSM, 2004). No entanto, em se tratando do treinamento de força, os modelos metodológicos empregados nas investigações sobre a hipotensão pós-exercício são baseados em repetições máximas ou submáximas baseadas em percentual muito reduzido da força máxima (Simão et al., 2005), não retratando o quadro real da aplicabilidade prática com que o treino de força costumeiramente é executado cotidianamente, onde repetições submáximas são realizadas não baseadas em percentuais de uma repetição máxima (1 RM), mas sim encerrando a sequência de repetições antes da falha voluntária de um número predeterminado de repetições.

Na prescrição do treinamento, mais do que se pensar no efeito hipotensivo, a segurança durante a execução também deve ser considerada. A falha voluntária diz respeito ao momento em que o exercício de força cessa por incapacidade de sustentar a realização do movimento, embora especulativo, esse momento é muitas vezes associado à eficiência de treinos voltados para hipertrofia muscular (Nóbrega & Libardi, 2016). Porém, no âmbito das respostas cardiovasculares, sabe-se que a PA tende a reagir durante o treino de força de forma a alcançar seu pico no final da execução de uma série até o esforço máximo (MacDougall, Tuxen, Sale, Moroz & Sutton, 1985). Dessa forma, se torna evidente que esforços que cessem antes da falha voluntária, tendem a possuir um efeito menos agressivo e mais seguro com relação ao aumento da PA, principalmente se levarmos em conta a sua execução por sujeitos hipertensos (Souza et al., 2014). Com isso, a investigação da hipotensão pós-exercício no treinamento de força realizado de forma a ser interrompido antes da falha voluntária parece ser uma interessante lacuna literária, tendo em vista a relação segurança de execução – benefícios pós-esforço.

Ainda, advoga a literatura, que a modulação vagal cardíaca, refletida pela atividade simpática e parassimpática, pode em algumas situações estar associada a um maior risco de mortalidade. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) parece um interessante método para avaliação da modulação vagal cardíaca (Bigger et al., 1996). Sua mensuração de natureza não invasiva torna extremamente interessante sua aplicabilidade tanto em momentos de esforço quanto em momentos de repouso. Dados sobre o efeito da intensidade do exercício de força na VFC são escassos e contraditórios, evidenciando assim um objeto pontual a ser discutido e investigado. Rezk, Marrache, Tinucci, Mion, e Forjaz (2006) analisaram a modulação autonômica cardíaca em dois protocolos de treinamento de força com intensidades diferentes e verificaram que tanto a sessão de baixa intensidade quanto a de alta intensidade provocaram um aumento significativo na atividade simpática em detrimento a uma redução da atividade parassimpática. Já Ricci-Vitor et al. (2013)

observaram o efeito do treinamento de força em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica e encontraram como resultado uma melhora na modulação autonômica cardíaca a favor do aumento do componente parassimpático. Ainda, Figueiredo et al. (2015) após submeterem sua amostra a três protocolos de treinamento de força com intensidades diferentes, não observaram diferença significativa no comportamento da VFC nos momentos seguintes a execução dos protocolos.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é analisar as respostas agudas da PA, bem como a resposta da modulação autonômica cardíaca proporcionadas pelo treinamento de força realizado de forma máxima e submáxima. Como hipótese para a presente investigação, espera-se que ambas as intensidades de esforço sejam capazes de reduzir a PA pós-exercício bem como aumentar a VFC.

MÉTODO

Amostra

A amostra foi composta por 24 jovens de ambos os sexos, 13 homens e 11 mulheres, normotensos e fisicamente ativos, que foram divididos em três grupos: grupo força máxima (idade: 20.5 ± 0.6 anos, massa corporal: 63.7 ± 14.8 quilos, estatura: 1.71 ± 0.04 metro, índice de massa corporal: 22.8 ± 4.5 quilograma por metro quadrado [kg/m^2]) grupo força submáxima (idade: 25 ± 4.1 anos, massa corporal: 69.1 ± 12.8 quilos, estatura: 1.80 ± 0.09 metro, índice de massa corporal: 22.2 ± 1.7 kg/m^2) e grupo controle (idade: 23.7 ± 3.8 anos, massa corporal: 64.2 ± 15 quilos, estatura: 1.71 ± 0.14 metro, índice de massa corporal: 21.8 ± 1.9 kg/m^2). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado através da razão entre a massa corporal pela estatura ao quadrado. Os critérios de inclusão foram: 1) Questionário de Prontidão para Atividades Físicas (PAR-Q) negativo, 2) não estar fazendo uso de nenhum medicamento que pudesse ter impacto sobre os valores pressóricos, tais como anabolizantes, estimulantes e diuréticos, 3) Não possuir nenhuma limitação osteomioarticular que pudesse comprometer a execução dos movimentos propostos. Como critérios de exclusão, foram adotados: 1) o sujeito

possuir alguma doença crônica, tal como diabetes, insuficiência renal, etc., 2) o índice de massa corporal (IMC) caracterizar o sujeito acima do peso normal ($\text{IMC} \geq 25$). Todos os participantes foram esclarecidos sobre os procedimentos experimentais e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com as recomendações da convenção de Helsinque e da Resolução n.º 466/12 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas em seres humanos. O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob o protocolo de número 11176113.0.0000.5257.

Instrumentos

O exercício de força utilizado foi o supino reto na barra livre por ser um exercício de comum execução em rotinas de treinamento de força, bem como um exercício sugerido para testar força máxima e predizer força relativa (American College of Sports Medicine [ACSM], 2010). A PA foi aferida através do monitor ambulatorial de pressão arterial (MAPA) (CONTEC PM50 NIBP/Spo2, USA), os intervalos R-R da frequência cardíaca foram monitorados pelo frequencímetro da marca Polar, modelo RS 800 (Polar®, Finlândia).

Procedimentos

Teste de repetições máximas

Os indivíduos compareceram ao local de testagem em três dias não consecutivos. No primeiro e segundo dia, foram executados teste e reteste de 12 repetições máximas (RM) (Polito & Farinatti, 2009) no supino reto. O indivíduo era instruído a não realizar esforços físicos nas 48 horas antecedentes a cada teste de força, bem como um intervalo também de 48 horas foi respeitado entre o teste e o reteste. Foi realizado um máximo de cinco tentativas no mesmo dia com intervalo de 5 minutos entre cada uma delas. Com objetivo de reduzir as possibilidades de erro da medida alguns procedimentos foram adotados: a) o avaliado tinha explicações de toda rotina de testes tornando-se ciente de todo procedimento que seria realizado; b) a técnica de realização do movimento era explicada minuciosamente; c) os

avaliadores acompanharam atentamente a realização dos movimentos minimizando dessa forma a execução de qualquer movimento fora dos padrões pré-estabelecidos o que poderia comprometer os resultados; d) estímulos verbais foram realizados a fim de manter a motivação durante a execução dos testes; e) os pesos utilizados como implementos no estudo foram aferidos em uma balança previamente calibrada (Simão et al., 2006).

Foi considerada a carga para 12 RM, aquela com que o sujeito conseguisse realizar 12 repetições com perfeita execução da técnica falhando voluntariamente antes de completar a décima terceira repetição. Dois avaliadores experientes acompanharam todas as execuções.

O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi 0.97, retratando uma reprodutibilidade excelente entre o teste e o reteste de carga.

Protocolos experimentais

Para execução dos protocolos experimentais, três grupos foram formados, grupo força máxima (GFM), grupo força submáxima (GFSM) e grupo controle (CONT), que participaram dos seguintes procedimentos experimentais:

GFM – Após um aquecimento de 15 repetições com 50% da carga encontrada no teste de 12 RM, os participantes executaram quatro séries com carga para 12 repetições máximas com intervalo de 3 minutos entre as séries, até a falha voluntária.

GFSM – Após um aquecimento de 15 repetições com 50% da carga encontrada no teste de 12 RM, os participantes executaram quatro séries de oito repetições com 3 minutos de intervalo entre as séries com a carga para 12 repetições máximas.

CONT – Os participantes foram mantidos em repouso servindo de controle para o estudo.

A ordem de entrada dos sujeitos em cada grupo foi feita de forma aleatória.

Pressão arterial e variabilidade da frequência cardíaca

Após a chegada ao local das testagens, os indivíduos foram conduzidos a um ambiente tranquilo, onde permaneceram sentados por 15 minutos em repouso absoluto, quando tiveram

sua PA aferida pela primeira vez, e foram encaminhados para a sessão de treino. Após executarem o protocolo de exercício programado para o seu grupo, foram novamente postos sentados em repouso absoluto, e enfim, tiveram sua PA aferida durante 60 minutos, em ciclos de 10 minutos (Figueiredo et al., 2015). A PA foi aferida sempre no braço direito, com o manguito posicionado 2 centímetros acima da fossa antecubital, com o indivíduo sentado, costas apoiadas, braços e pernas descruzados.

Para avaliação da VFC foi utilizado um frequencímetro da marca Polar, modelo RS800. Os dados foram registrados após 15 minutos de repouso absoluto durante dez e sessenta minutos pré e pós-exercício respectivamente estando o indivíduo sentado, com pontos de corte de 10 em 10 minutos para efeito de análise (Figueiredo et al., 2015). Uma rotina previamente elaborada no software Matlab (version 6.0, Mathworks, Massachusetts, USA) foi utilizada para análise dos dados no domínio da frequência. Para realizar a análise espectral no domínio da frequência foi utilizado o algoritmo transformante de Fourier. A integração dos valores dos módulos espectrais das faixas sucessivas de 0,004Hz a 1Hz foi utilizada para calcular a variabilidade espectral do espectro inteiro. A razão entre baixa frequência (LF) e alta frequência (HF) foi calculada. Ela fornece informações sobre o balanço entre os sistemas simpático e parassimpático, sendo o índice simpatovagal da variabilidade do nodo sinusal.

O CONT passou pelo mesmo procedimento em relação às medidas de PA e frequência cardíaca, porém, sem realizar qualquer protocolo de exercício.

Os sujeitos receberam instruções para que mantivessem seus padrões alimentares cotidianos, bem como não executassem esforços físicos nas 24 horas antecedentes a cada sessão experimental.

Análise estatística

Para testar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*, bem como o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para avaliar as medidas de reprodutibilidade do teste e reteste de 12 RM. Para comparação das médias

intragrupos se fez uso da análise de variância (ANOVA) one way. Adicionalmente, cálculos de tamanho do efeito (*effect size*: diferença entre os escores do pré-teste e pós-teste dividido pelo desvio padrão do pré-teste) foram realizados para determinar a magnitude das diferenças, foi utilizada a escala proposta por Rhea (2004) para classificar a magnitude dos tamanhos do efeito que segue a seguinte classificação: 0-0.35 = trivial; 0.35-0.85 = pequeno; 0.85-1.5 = moderado; >1.5 = grande. Foi aceito um nível de significância de 5% para todo o tratamento

inferencial ($p < 0.05$). Os procedimentos estatísticos foram realizados no Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 20.0.

RESULTADOS

As características descritivas do grupo amostral estão ilustradas na tabela 1. A ANOVA não encontrou diferença significativa para tais variáveis entre os grupos ($p > 0.05$), caracterizando assim a homogeneidade do grupo amostral.

Tabela 1

Características descritivas dos grupos amostrais

Variável	Grupos			p - valor
	CONT	GFM	GFSM	
Homens	6	3	4	
Mulheres	2	5	4	
Idade (anos)	23.7 ± 3.8	20.5 ± 0.6	25 ± 4.1	0.244
Estatura (metros)	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.8 ± 0.1	0.909
Massa corporal (Quilos)	64.2 ± 15	63.7 ± 14.8	69.1 ± 12.8	0.638
IMC	21.8 ± 1.9	22.8 ± 4.5	22.2 ± 1.7	0.937
PAS repouso (mmHg)	118.9 ± 7.3	109.1 ± 9.2	118.3 ± 10.7	0.08
PAD repouso (mmHg)	68.9 ± 6.3	63.1 ± 7.2	67.4 ± 7	0.242
LF/HF (0-10 min repouso)	2.3 ± 1.1	1.8 ± 1.3	2.2 ± 0.8	0.616

CONT = grupo controle; GFM = grupo força máxima; GFSM = grupo força submáxima; IMC = índice de massa corporal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; LF = low frequency; HF = high frequency.

Nos resultados da ANOVA às respostas da pressão arterial sistólica (PAS), não foram encontradas diferenças entre o repouso e as medidas na linha do tempo para nenhum dos grupos ($p > 0.05$).

Nos resultados referentes às respostas da pressão arterial diastólica (PAD) não foram encontradas diferenças entre o repouso e as medidas na linha do tempo para nenhum dos grupos ($p > 0.05$).

Com relação às respostas da pressão arterial média (PAM) não foram encontradas diferenças entre o repouso e as medidas na linha do tempo para nenhum dos grupos ($p > 0.05$).

As análises do tamanho do efeito ilustraram reduções tanto na PAS quanto na PAD, no GFM, e no GFSM, porém no GFM as reduções

ocorreram em mais momentos do que no GFSM para PAS (tabela 3).

Nos resultados referentes ao LF, não foram encontradas diferenças significativas entre o repouso e as medidas na linha do tempo para nenhum dos grupos ($p > 0.05$).

Já nos resultados referentes ao HF também não foram encontradas diferenças significativas entre o repouso e as medidas na linha do tempo para nenhum dos grupos ($p > 0.05$).

Com relação ao LF/HF não foram encontradas diferenças significativas entre o repouso e as medidas na linha do tempo pra os grupos CONT e GFM ($p > 0.05$). Contudo, foi observada diferença significativa no grupo GFSM no momento 20 minutos do término da sessão ($p > 0.05$) (tabela 4) com um tamanho do efeito de 1,43 considerado moderado (tabela 5).

Tabela 2

Valores da pressão arterial nos três grupos (Média ± Desvio Padrão).

	CONT						GFM						GFSM					
	PAS	p	PAD	p	PAM	p	PAS	p	PAD	p	PAM	p	PAS	p	PAD	p	PAM	p
R	118.87±7.27		68.87±6.31		80.75±4.55		109.12±9.17		63.12±7.21		75.25±4.65		118.25±10.67		67.37±6.96		80.50±7.74	
10'	118.25±7.36	0.999	66.12±7.75	0.994	81.12±6.24	1.000	105.37±7.96	0.995	55.62±7.17	0.622	69.12±6.4	0.794	120.0±14.12	0.999	60.5±8.0	0.621	77.12±7.45	0.990
20'	119.0±5.65	1.000	67.0±8.29	0.999	80.29±9.10	1.000	107.0±8.83	0.999	59.87±6.87	0.990	74.0±8.61	0.999	115.62±12.65	0.999	67.25±6.98	1.000	80.0±6.96	1.000
30'	117.75±5.31	0.999	65.0±6.59	0.965	79.04±6.18	0.999	111.87±14.96	0.999	59.87±6.23	0.990	72.12±6.66	0.991	116.25±16.42	0.999	61.0±9.1	0.699	75.25±12.11	0.917
40'	120.5±10.12	0.999	72.5±6.18	0.975	85.7±6.77	0.808	110.75±17.54	0.999	63.12±12.87	1.000	75.12±13.62	1.000	118.87±15.83	1.000	65.12±8.18	0.998	79.87±9.58	0.999
50'	115.25±8.71	0.999	64.62±11.79	0.946	79.79±8.11	0.999	109.87±10.06	1.000	65.87±8.04	0.996	77.5±8.58	0.998	117.0±15.76	0.999	65.75±6.36	0.999	80.12±8.72	1.000
60'	118.75±112.63	1.000	68.0±9.63	0.999	82.91±8.22	0.996	106.25±9.99	0.999	61.62±9.92	0.999	74.37±9.41	0.999	118.5.4±17.24	1.000	67.62±10.36	1.000	80.25±11.33	1.000

p – valor de cada momento em relação ao repouso. Legenda: R = Repouso; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica e PAM = Pressão Arterial Média.

Tabela 3

Resultados do tamanho do efeito nas respostas da pressão arterial em relação aos valores de repouso.

	CONT			GFM			GFSM		
	PAS	PAD	PAM	PAS	PAD	PAM	PAS	PAD	PAM
10'	- 0.09 trivial	- 0.44 pequeno	- 1.40 moderado	- 0.41 pequeno	-1.04 moderado	1.32 moderado	0.16 trivial	- 0.99 moderado	- 0.44 pequeno
20'	0.94 moderado	0.92 moderado	0.93 moderado	0.93 moderado	0.95 moderado	1.00 moderado	0.87 moderado	1.00 moderado	0.94 moderado
30'	0.00 trivial	- 0.02 trivial	- 0.03 trivial	0.06 trivial	0.07 trivial	0.04 trivial	- 0.03 trivial	0.01 trivial	- 0.02 trivial
40'	0.01 trivial	0.08 trivial	0.07 trivial	0.03 trivial	0.05 trivial	0.02 trivial	0.02 trivial	- 0.03 trivial	0.00 trivial
50'	- 0.02 trivial	- 0.01 trivial	0.01 trivial	- 0.02 trivial	0.10 trivial	0.07 trivial	0.01 trivial	0.07 trivial	0.06 trivial
60'	- 0.02 trivial	- 0.07 trivial	- 0.03 trivial	- 0.04 trivial	- 0.02 trivial	- 0.01 trivial	- 0.01 trivial	0.04 trivial	0.00 trivial

Escala de efeito do tamanho com a classificação proposta por Rhea (2004): 0-0.35 = trivial; 0.35-0.85 = pequeno; 0.85-1.5 = moderado; >1.5 = grande. Diferenças em relação aos valores das médias no repouso. Legenda: R = Repouso; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica e PAM = Pressão Arterial Média.

Tabela 4

Valores da variabilidade da frequência cardíaca nos três grupos (Média ± Desvio Padrão)

	CONT						GFM						GFSM					
	LF	p	HF	p	LF/HF	p	LF	p	HF	p	LF/HF	p	LF	p	HF	p	LF/HF	p
R	761.0±493.8		1650.78±935.65		2.34±1.07		7606.52±15994.86		7631.48±15731.39		1.81±1.32		1319.56±783.98		717.94±549.19		2.17±0.8	
10'	659.62±485.32	0.999	1762.40±1034.59	0.999	3.7±2.84	0.605	1610.8±1020.69	0.492	735.44±545.27	0.288	1.98±1.12	0.999	743.56±499.37	0.758	326.61±302.19	0.549	3.02±1.19	0.956
20'	1140.13±729.91	0.986	1697.59±914.85	1.000	2.71±1.47	0.999	2118.15±1234.82	0.596	663.19±285.03	0.276	2.44±1.2	0.964	117.98±802.21	0.999	278.42±197.47	0.409	5.11±2.36*	0.022
30'	1108.41±1334.62	0.991	1748.53±882.69	0.999	2.55±1.27	0.999	2358.74±1531.89	0.645	832.06±368.31	0.304	3.06±1.9	0.504	1297.06±596.53	1.000	369.08±254.01	0.675	4.54±2.46	0.112
40'	1007.76±687.49	0.999	1635.28±813.70	1.000	2.12±1.15	0.999	2199.61±1182.35	0.612	1015.32±805.70	0.335	2.51±1.1	0.938	1484.51±552.13	0.999	546.36±462.24	0.985	3.67±2.09	0.597
50'	757.47±301.79	1.000	1707.03±1098.84	1.000	2.61±1.65	0.999	4062.32±3864.99	0.918	2416.6±3144.64	0.617	2.36±1.52	0.981	1797.32±998.58	0.882	654.36±523.79	0.999	3.26 ±1.25	0.867
60'	1298.16±904.91	0.924	2163.72±1013.51	0.934	1.89±0.67	0.997	2601.43±1609.20	0.693	1718.13±1981.6	0.470	1.96±0.89	0.999	1769.72±1053.05	0.908	730.55±571.88	1.000	2.8±1.14	0.990

p – valor de cada momento em relação ao repouso; * Diferença significativa em relação ao repouso. Legenda: LF = low frequency; HF = high frequency; LF/HF = razão low frequency por high frequency; R – Repouso

Tabela 5

Resultados do tamanho do efeito nas respostas da variabilidade da frequência cardíaca em relação aos valores de repouso.

	CONT			GFM			GFSM		
	LF	HF	LH/HF	LF	HF	LH/HF	LF	HF	LH/HF
10'	-0.21 trivial	0.12 trivial	1.27 moderado	-0.37 pequeno	-0.44 pequeno	0.13 trivial	-0.73 pequeno	-0.71 pequeno	1.06 moderado
20'	0.98 moderado	0.49 pequeno	0.44 pequeno	-8.61 grande	-20.49 grande	0.57 pequeno	-0.90 moderado	-0.83 pequeno	1.43 moderado
30'	0.39 pequeno	-0.01 trivial	-0.42 pequeno	0.35 trivial	0.15 trivial	0.44 pequeno	4.69 grande	0.15 trivial	0.30 trivial
40'	-0.12 trivial	-0.09 trivial	-0.23 trivial	0.03 trivial	0.42 pequeno	0.02 trivial	1.05 moderado	0.73 pequeno	-0.32 trivial
50'	0.35 trivial	-0.03 trivial	0.03 trivial	0.77 pequeno	1.56 grande	-0.28 trivial	0.34 trivial	0.52 pequeno	-0.35 trivial
60'	0.38 pequeno	0.31 trivial	-0.09 trivial	0.10 trivial	0.29 trivial	-0.23 trivial	0.16 trivial	0.28 trivial	-0.27 trivial

Escala de efeito do tamanho com a classificação proposta por Rhea (2004): 0-0.35 = trivial; 0.35-0.85 = pequeno; 0.85-1.5 = moderado; >1.5 = grande. Diferenças em relação aos valores das médias no repouso Legenda: LF = low frequency; HF = high frequency; LF/HF = razão low frequency por high frequency.

DISCUSSÃO

Os principais objetivos do presente estudo foram avaliar as respostas da PA e da VFC após a execução do treinamento de força de forma máxima e submáxima e teve como principal achado baseado nos cálculos do tamanho do efeito que o GFM e o GFSM ilustraram reduções nas cifras pressóricas sistólica e diastólica, tendo o GFM exercido efeito de redução na PAS em mais momentos que o GFSM. Em relação à VFC o GFSM exibiu um aumento significativo da razão LF/HF aos 20 minutos pós-exercício, esse aumento retrata uma maior atividade simpática refletindo uma reduzida VFC proporcionada pelo exercício submáximo. Que se tenha conhecimento, este é o primeiro estudo até o momento que procurou observar diferenças nas respostas hipotensivas e autonômicas comparando o exercício de força executado até a falha voluntária e o exercício de força interrompido antes da falha voluntária. A maioria dos estudos que investiga diferentes intensidades faz isso baseado em percentual de 1 RM e conduz a execução até a falha nos percentuais estabelecidos. O presente estudo determinou a categorização submáxima pela determinação de um número de repetições que ocorreria antes da falha voluntária, ou seja, o grupo submáximo realizou oito repetições com a carga que seria capaz de executar 12 repetições segundo o teste de carga prévio. Tal modelo de exercício submáximo além de se aproximar mais da aplicabilidade prática observada nas academias e centros de treinamento aonde muitos praticantes

não chegam até a falha voluntária, elimina o viés de se utilizar a carga de 1 RM para prescrição. A utilização da carga de 1 RM para prescrição cria discrepância no número de repetições para o mesmo percentual de 1 RM quando grupos musculares de tamanhos distintos são solicitados ou ainda sujeitos com diferentes níveis de treinamento realizam o exercício no mesmo percentual (Hoeger, Hopkins, Barette, & Hale, 1990).

De fato, quando o método de treinamento é o mesmo, a intensidade do exercício pode ter impacto direto nas reações pressóricas pós-esforço. Duncan, Birch, e Oxford (2014) compararam o efeito de duas intensidades no treinamento de força em relação à hipotensão pós-exercício e puderam verificar que o grupo que se exercitou nos percentuais mais altos de carga ilustraram maiores reduções na PA, no momento pós-esforço. Tais resultados vêm corroborar os nossos, tendo em vista que no GFM os efeitos sobre a redução pressórica, apontados pelo tamanho de efeito foram ilustrados em mais momentos na PAS do que no GFSM.

O fato do presente estudo não ter ilustrado diferenças significativas, e sim tendências baseadas nos valores do tamanho de efeito pode ser atribuído ao pequeno volume de treinamento. Polito e Farinatti (2009) ao compararem diferentes volumes de treinamento de força em relação às respostas hipotensivas constataram que o grupo que executou um maior volume de trabalho, foi o que se beneficiou dos efeitos hipotensivos do exercício. Mohebbi, Rahmaninia,

Vatani, e Faraji (2009) discursam não terem observado em sua amostra diferenças na hipotensão pós-exercício em relação ao volume de treinamento, porém, os autores empregaram três ou seis séries em cinco exercícios de força diferentes. Ou seja, mesmo no grupo de menor volume, em comparação com o presente estudo, o volume continuou sendo bem maior, pois na presente investigação foi aplicado apenas um exercício.

No entanto, a busca por menores volumes capazes de propiciar benefícios pressóricos deve ser estimulada, tendo em vista que tal fato auxiliaria na adesão ao treinamento, bem como contextualizaria um cenário mais seguro no que diz respeito às respostas da PA durante a execução da sessão de treinamento (Polito & Farinatti, 2003; Polito, Simão, Nóbrega, & Farinatti, 2004). Também não se deve desprezar que a inexistência da queda pressórica pós-esforço pode muitas vezes estar associada a uma característica amostral, tendo em vista que uma significativa parte da população não tem sensibilidade aos efeitos hipotensivos do exercício físico (Hamer, 2006). Geneticamente diferentes polimorfismos da enzima conversora da angiotensina podem implicar na capacidade em responder ao esforço com redução nos valores de PA nos momentos subsequentes (Fernandes, Azevedo, Dolabella, & Pardono, 2015)

Dois aspectos referentes aos resultados do presente estudo em relação a PA merecem ser pontuados: o primeiro diz respeito à magnitude da queda pressórica. Mesmo que a redução dos valores pressóricos não tenha sido estatisticamente significativa, pequenas reduções como as retratadas pelo tamanho do efeito podem ser relevantes no que diz respeito à redução no risco para eventos cardiovasculares (ACSM, 2004). O segundo aspecto é referente aos breves momentos em que essas quedas foram exibidas que por sua brevidade poderiam ser negligenciáveis, porém, se pensarmos em tais efeitos ocorrendo em momentos do dia onde a PA pode estar naturalmente mais elevada, essas ligeiras reduções podem ter importantes implicações clínicas (ACSM, 2004). Deve-se ainda considerar que o grupo amostral foi composto por normotensos, e já é bem

caracterizado pela literatura que quedas da pressão arterial pós-esforço em grupos hipertensos, são mais significativas (Queiroz, Gagliardi, Forjaz, & Rezk, 2009). Portanto, pequenos volumes de treinamento não devem ser desprezados, e sim investigados em outras populações para que se possa ter conhecimento, se as tendências aqui descritas, em grupos hipertensos tomariam maior robustez.

Em relação aos achados referentes à VFC, o grupo GFSM mostrou um aumento da atividade simpática retratada por maiores valores da razão LF/HF mesmo com um pequeno volume de treinamento nos momentos pós-esforço. A VFC já foi investigada sob condições de treinamento de força de maior volume, e a razão LF/HF também apresentou valores maiores durante o período de recuperação caracterizando uma resposta simpátovagal de crescente influência simpática independentemente da intensidade (Rezk, Marrache, Tinucci, Mion, & Forjaz, 2006). Curiosamente, nessa investigação, o grupo experimental que realizou o exercício de forma submáxima foi o que mostrou uma redução significativa na VFC pós-esforço. Hipotetiza-se para tal achado que uma menor intensidade não foi capaz de promover um achatamento das respostas simpáticas pós-exercício. A maior intensidade embora não tenha aumentado significativamente os efeitos da modulação parassimpática, também não provocou um aumento da predominância simpática. Durante o exercício existe uma predominância simpática em relação à modulação autonômica cardíaca que pode ser compensada por uma redução dessa atividade nos momentos pós-esforço (MacDonald, 2002), talvez intensidades mais baixas no treinamento de força não sejam suficientes para promover essa redução, fazendo perdurar a predominância simpática nos momentos que sucedem o exercício.

Pensando na aplicabilidade prática e nas repostas da modulação autonômica cardíaca, podemos sugerir segundo os achados aqui descritos que o exercício submáximo proporciona um aumento na atividade simpática durante a recuperação, possivelmente causado pela inexistência de uma redução compensatória dessa atividade aumentada que acomete a realização do

exercício (MacDonald, 2002), sendo assim exercícios de força realizados de forma máxima retratam momentos de recuperação mais seguros no que diz respeito ao equilíbrio simpátovagal. Figueiredo et al. (2014) também analisaram as respostas da modulação autonômica cardíaca em três intensidades diferentes durante a execução do treinamento de força, 60, 70 e 80 % de 1 RM, os autores não observaram qualquer alteração em relação a VFC no entanto a principal diferença entre os estudos se deve ao fato da forma como a carga submáxima foi manipulada. No presente estudo não foi aplicado percentuais de 1 RM e sim a execução padronizada de um número de repetições (oito repetições) com uma carga onde seria possível a execução de um maior número (12 repetições). Talvez a execução de oito repetições tenha tornado o esforço aquém das possibilidades de provocar uma resposta compensatória de redução na atividade simpática. Sendo assim, parece interessante a realização de estudos que utilizem o mesmo método para caracterização do exercício submáximo, porém com repetições mais próximas das máximas possíveis, por exemplo, 10 repetições com a carga que possibilitaria a realização de 12 repetições. Além da intensidade, outras variáveis manipuláveis como, por exemplo, a ordem dos exercícios parece influenciar distintos comportamentos da VFC pós-esforço em detrimento da intensidade do estímulo e também devem ser levadas em consideração (Figueiredo, Menezes, Kattenbraker, Polito, Reis, & Simão, 2013) embora a presente investigação não tenha declinado seus esforços nesse sentido.

Vale destacar que embora os três grupos não tenham denotado significância estatística em relação à hipotensão pós-exercício, o tamanho do efeito indicou reduções nos valores da PAS e da PAD em ambos os grupos, sendo que no GFM as reduções da PAS ocorreram em mais momentos. Embora a hipótese que tentava se levantar no presente estudo fosse de que exercícios submáximos teriam efeitos semelhantes aos máximos no que diz respeito às reduções da PA pós-esforço, se levarmos em consideração os valores do tamanho do efeito não foi isso que ocorreu. Sendo assim, sugere-se que na aplicabilidade prática exercícios de força

conduzidos até a falha voluntária podem ser mais eficientes na indução da redução da PA pós-exercício de força. Vale destacar que mesmo sem significância estatística a redução da PA no GFM pode denotar importante caráter clínico, se levado em consideração que mesmo pequenas reduções nas cifras pressóricas podem incidir em relevante redução do risco para eventos cardiocirculatórios (ACSM, 2004).

Em relação à VFC esperava-se que os protocolos experimentais fossem capazes de apontar um aumento na citada variável durante a recuperação em comparação ao momento pré-exercício refletindo uma redução da atividade simpática em detrimento de uma maior atuação do sistema nervoso parassimpático. Isso não ocorreu no grupo GFM, além de no grupo GFSM a VFC ter sido reduzida o que caracteriza uma maior atividade simpática. Sendo assim, mesmo sem benefícios no sentido de aumento da VFC, o protocolo experimental máximo se mostrou seguro no que diz respeito à atividade simpátovagal, sugerindo que o treinamento de força com pequenos volumes e intensidades altas não provoca redução da VFC nos momentos que sucedem o esforço.

As principais limitações do presente estudo dizem respeito à formação de dois grupos para execução do treinamento, da composição do grupo por ambos os gêneros e do pequeno volume de treinamento. Porém, os grupos apresentaram características homogêneas no pré-treinamento. Ainda a diferença de sexo no que diz respeito ao comportamento cardiovascular pós-esforço parece refletir mais em mecanismos de atuação do que na duração e magnitude dessas respostas, ou seja, quando o objetivo do estudo se limita a observação da duração e da magnitude dos fenômenos sem se preocupar com seus mecanismos, como é o caso da presente investigação, a mistura de gêneros não se mostra como uma característica que pudesse gerar respostas diferentes em tais comportamentos e com isso minimizar a credibilidade da extrapolação dos resultados para homens e mulheres. (Queiroz et al., 2013). Em relação ao volume, mesmo com a literatura ilustrando melhores respostas hipotensivas com maiores volumes de treinamento, a busca por estratégias

que pudessem reduzir o volume de treinamento, e ainda assim proporcionar queda pressórica não deveria cessar, tendo em vista que essa situação caracteriza uma maior segurança de execução, principalmente se pensarmos no treinamento de grupos especiais como hipertensos e cardiopatas.

CONCLUSÕES

Segundo os resultados do presente estudo, o volume de treinamento efetuado não foi capaz de mostrar quedas estatisticamente significativas para ambos os grupos independentemente da intensidade na PA. Porém, o tamanho do efeito foi capaz de ilustrar algumas tendências de reduções pressóricas pós-esforço, caracterizando reduções tanto na PAS quanto na PAD em ambos os grupos experimentais, com mais momentos de queda na PAS para o GFM. Quanto à VFC, o GFSM mostrou uma maior atividade simpática pós-esforço. Sendo assim o treinamento de força executado de forma máxima foi mais efetivo e seguro nos momentos pós-esforço levando-se em consideração valores de PA e a VFC respectivamente, pois o GFM foi capaz de retratar quedas na PA sem um concomitante aumento da atuação da atividade simpática na modulação autonômica cardíaca.

Agradecimentos:

Ao projeto PET – Saúde em Vigilância Sanitária (PET – VS).

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ pelas bolsas “Jovem Cientista do Nosso Estado” de Humberto Miranda e Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto (no. E-26/203.237/2016).

Conflito de Interesses:

Nada a declarar.

Financiamento:

Nada a declarar

REFERÊNCIAS

- American College of Sports Medicine (2004). Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 533-553. doi: 10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A
- American College of Sports Medicine. (2010). *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição* (8ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerrutti, S., Cohen, R. J., Coumel, P., Fallen, E. L., ... Singer, D. H. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*, 17(3), 1043-1065.
- Brook, R. D., Appel, L. J., Rubenfire, M., Ogedegbe, G., Bisognano, J.D., Elliott W. J.,... Rajagopalan, S. (2013). Beyond medications and diet: Alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*, 61(6), 1360-1383. doi: 10.1161/HYP.0b013e318293645f
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L., Edward, J. (2003). Seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension*, 42(6), 1206-1252. doi: 10.1161/01.HYP.0000107251.49515.c2
- Corrêa Neto, V. G., Sperandei, S., Silva, L. A. I., Maranhão Neto, G. A., & Palma, A. (2014). Hipertensão arterial em adolescentes do Rio de Janeiro: prevalência e associação com atividade física e obesidade. *Ciência e Saúde Coletiva*, 19(6), 1699-1708. doi: 10.1590/1413-81232014196.05262013
- Duncan, M. J., Birch, S. L., & Oxford, S. W. (2014). The effect of exercise intensity on postresistance exercise hypotension in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1706-1713.
- Fernandes, M. O., Azevedo, L. M., Dolabella, S. S., & Pardono, E. (2015). Influência do polimorfismo I/D do gene da ECA na HPE de jovens normotensos. *Revista brasileira de Medicina do Esporte*, 21(4), 308-312. doi: http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152104137628.
- Figueiredo, T, de Salles, B. F., Dias, I, Reis, V. M., Fleck, S. J., & Simão, R. (2014). Acute hypotensive effects after a strength training session: a review. *International Sportmed Journal*, 15(3), 308-329.
- Figueiredo, T., Menezes, P., Kattenbraker, M. S., Polito, M. D., Reis, V. M., & Simão, R. (2013). Influence of exercise order on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(3), 12-17.
- Figueiredo, T, Willardson, J. M, Miranda, H., Bentes, C. M., Reis, V. M., & Simão, R. (2015). Influence of load intensity on postexercise hypotension and heart rate variability after a strength training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2941-2948. doi: 10.1519/JSC.0000000000000954.

- Hamer, M. (2006). The anti-hypertensive effects of exercise. *Sports Medicine*, 36(2), 109-116.
- Hoeger, W. W. K., Hopkins, D. R., Barette, S. I., & Hale, D. F. (1990). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *Journal of applied Sport Science Research*, 4(2), 47-54.
- MacDonald, J. R. (2002). Potential causes, mechanisms and, implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension*, 16(4), 225-236.
- MacDougall, J. D., Tuxen, D., Sale, D. J., Moroz, J. R., & Sutton, J. R. (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of applied Physiology*, 58(3), 785-790.
- Mendes, R., & Barata, J. L. T. (2008). Envelhecimento e pressão arterial. *Acta Médica Portuguesa*, 21(2), 193-198.
- Mohebbi, H., Rahmaninia, F., Vatani, D. S., & Faraji, H. (2009) Post – resistance exercise hypotensive responses at different intensities and volumes. *Facta Universitatis*, 7(2), 171-179.
- Nóbrega, S. R., & Libardi, C. A. (2016). Is Resistance Training to Muscular Failure Necessary? *Frontiers in Physiology*, 7, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00010>
- Polito, MD, & Farinatti, P. T. V. (2003). Respostas da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo - produto ao exercício contra – resistência: uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 79-91.
- Polito, M. D., & Farinatti, P. T. V. (2009). The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2351-2357.
- Polito, M. D., Simão, R., Nóbrega, A. C. L., & Farinatti, P. T. V. (2004). Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo produto em séries sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4(3), 7-15.
- Queiroz, A. C. C., Gagliardi, J. F. L., Forjaz, C.L.M., & Rezk, C. C. (2009). Clinic and ambulatory blood pressure responses after resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 571-578.
- Queiroz, A. C. C., Rezk, C.C., Teixeira, L., Tinucci, T., Mion, D., & Forjaz C. L. M. (2013) Gender influence on post-resistance exercise hypotension and hemodynamics. *International Journal of Sports Medicine*, 34(11), 939-944. doi: 10.1055/s-0033-1337948
- Rezk, C. C., Marrache, R. C. B., Tinucci, T., Mion Jr, D., & Forjaz, C. L. M. (2006). Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 98(1), 105-112. doi: 10.1007/s00421-006-0257-y
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 918-920.
- Ricci-Vitor, A. L., Bonfim, R., Fosco, L. C., Bertolini, G. N., Ramos, E. M. C., Pastre, C. M., ... Vanderlei, L. C. M. (2013). Influence of the resistance training on heart rate variability, functional capacity, and muscle strength in the chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49(6), 793-801.
- Simão, R., Fleck, S. J., Polito, M., Monteiro, W., & Farinatti, P. (2005). Effects of resistance training intensity, volume and session format on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 853-858.
- Simão, R., Polito, M., Miranda, H., Camargo, A., Hoeller, H., Elias, M., & Souto Maior, A. (2006). Análise de diferentes intervalos entre as séries em um programa de treinamento de força. *Fitness & Performance Journal*, 5(5), 290-294. <https://doi.org/10.3900/fpj.5.5.290.p>
- de Sousa, N. M. F., Magosso, R. F., Dipp, T., Plentz, R. D. M., Marson, R. A., Montagnolli, A. N., ... Baldissera, V. (2014). Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. *European Journal of Preventive Cardiology*, 21(11), 1324-1331. <https://doi.org/10.1177/2047487313497863>

