

Universidade Federal do Maranhão  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde  
**Mestrado**

**EFEITO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM  
DENSIDADE SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS DE  
IDOSAS HIPERTENSAS**

THIAGO GOMES LEITE

São Luís  
2018

THIAGO GOMES LEITE

**EFEITO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM  
DENSIDADE SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS DE  
IDOSAS HIPERTENSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador (a): Prof. Dr. Richard Diego Leite

São Luís  
2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

GOMES LEITE, THIAGO.

EFEITO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM DENSIDADE  
SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICOS DE IDOSAS HIPERTENSAS /  
THIAGO GOMES LEITE. - 2018.

76 p.

Orientador(a): RICHARD DIEGO LEITE.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciências da Saúde/ccbs, Universidade Federal do Maranhão,  
SÃO LUÍS, 2018.

1. Densidade. 2. Hipertensão. 3. Idosas Treinamento  
Isométrico. I. DIEGO LEITE, RICHARD. II. Título.

THIAGO GOMES LEITE

**EFEITO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM  
DENSIDADE SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS DE  
IDOSAS HIPERTENSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Aprovada em //

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Richard Diego Leite (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

1º Examinador (nome)  
Instituição do Examinador

---

2º Examinador (nome)  
Instituição do Examinador

---

3º Examinador (nome)  
Instituição do Examinador

---

4º Examinador (nome)  
Instituição do Examinador

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José de Alencar

Dedico este trabalho às pessoas mais presentes em minha vida:  
Minha mãe, pelo exemplo de vida que é.  
Meu pai, o mais generoso de todos os pais.  
Meus irmãos, Paulo e Bruno, pelo incentivo direto ou indireto.  
Meu grande amor, Alice, por estar ao meu lado nos melhores e piores  
momentos de minha vida.  
Benjamin, meu maior presente!

## AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos por DEUS, já que foi Ele quem me guiou nessa jornada até aqui e foi Ele quem colocou pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais certamente não teria conseguido!

Agradeço imensamente a todos os professores que fizeram parte dessa caminhada, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para o meu crescimento como profissional e como pessoa. Em especial as maiores referências na área de educação física para mim, que tive a honra de poder tê-los ao meu lado. Primeiramente o meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Diego Richard Leite, é claro, uma pessoa muito generosa que acreditou no meu potencial e me ensinou muito mais que conteúdos de sala de aula, estar ao seu lado me fez crescer muito como pessoa e pesquisador. Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Mário Alves de Siqueira Filho, que foi a primeira pessoa a acreditar no meu potencial, foi o responsável por me apaixonar pela pesquisa científica, uma pessoa sempre disponível e dispostas a ajudar, querendo que eu aproveitasse cada segundo ao seu lado para absorver algum tipo de conhecimento. E ao Prof<sup>o</sup> Dr. Cristiano Teixeira Mostarda, que sempre ajudou direta ou indiretamente para que eu vencesse vários obstáculos durante a pesquisa.

Aos meus pais, Hilda e Benedito, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram em minha capacidade e foram os responsáveis pela pessoa que sou hoje. Aprendi com eles a sempre fazer o melhor de mim, não ser o melhor passando por cima dos outros, mas vencer os obstáculos e aprender com as dificuldades. Ao meu amor, Alice, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Devido a seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado. Obrigado por ter feito do meu sonho o nosso sonho! Ao meu pequeno Benjamin, que foi o meu presente de Deus durante este trabalho, e

agora, me inspira a querer ser sempre mais. Aos meus irmãos, Paulo e Bruno, meu agradecimento especial, pois, a seu modo, sempre se orgulharam de mim e confiaram em meu trabalho. Obrigado pela confiança!

A meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, aos amigos do grupo de pesquisa NANO (Núcleo de Pesquisa em Adaptações Neuroimunoendócrinas ao Exercício), sem vocês essa pesquisa não seria possível, em especial para Laíssa, Thamyres, Brendo, Leudy e Pauliana, que compartilharam comigo momentos de alegria e angústia durante essa jornada, vocês são responsáveis também por esse trabalho.

Agradeço, também, à FAPEMA pelo apoio financeiro.

Finalmente, gostaria de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde por abrirem as portas para que eu pudesse realizar este sonho que era a pós-graduação. Proporcionaram-me mais que a busca de conhecimento técnico e científico, mas uma lição de vida.

Obrigado a todos! Ninguém vence sozinho...



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>Referencial teórico.....</b>	<b>16</b>
<b>3.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivo Específico.....</b>	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>CAPÍTULO I- Artigo 1.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>CAPÍTULO II- Artigo 2.....</b>	<b>43</b>
<b>5.</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>57</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>67</b>

## RESUMO

**Introdução.** O exercício isométrico tem se mostrado com grande potencial na redução da pressão arterial, entretanto principalmente para a população idosa hipertensa os efeitos das variáveis de treinamento, como densidade, ainda são controversos. **Objetivo:** Comparar os efeitos de dois diferentes protocolos de exercício isométrico, equalizados em densidade, sobre as respostas cardiovasculares agudas de idosas hipertensas medicamentadas. **Material e Método:** Participaram do estudo treze (13) idosas hipertensas, que realizaram dois protocolos de exercício isométrico equalizado em densidade. O Protocolo A: 4 séries de 2 minutos, intensidade de 30% de 1RM e intervalo de 2 minutos entre cada série (protocolo A); e o Protocolo B que correspondeu a: 16 séries de 30 segundos, intensidade de 30% de 1RM e intervalo de 24 segundos entre cada série. Foram analisadas as seguintes variáveis: pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM) duplo produto (DP), frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva de esforço (PSE) e concentração de nitrato e nitrito. **Resultados:** Foi observado uma elevação da PAS, PAM, FC e DP, no momento pós comparado com o momento pré-exercício. Na comparação das respostas entre os dois protocolos, observou-se uma maior elevação da PAS, PAD e FC no protocolo B. Não foi possível observar efeito hipotensor imediatamente após, em 1 hora e/ou 24 horas após as sessões de exercício. Em relação a variabilidade da frequência cardíaca, no domínio da frequência, o HF (*High Frequency*) apresentou uma redução após o protocolo B, e no domínio do tempo, o RMSSD apresentou redução após os dois protocolos. A concentração de nitrato e nitrito não sofreu alterações significativas após o exercício isométrico em nenhum dos protocolos. **Conclusão:** O exercício isométrico de menor pausa apresentou maiores respostas hemodinâmicas, apesar disso nenhum dos protocolos apresentarem efeito hipotensor. Fatores relacionados ao metabolismo como a concentração de nitrato e nitrito, assim como fatores relacionados ao sistema autonômico não apresentaram variações significativas sugestivas de efeito hipotensor.

Palavras Chave: Hipertensão; Idosas Treinamento Isométrico; densidade

## ABSTRACT

**Introduction.** Isometric exercise has been shown to have great potential in reducing blood pressure, but mainly for the hypertensive elderly population, the effects of training variables such as density, are still controversial. **Objective:** To compare the effects of two different isometric exercise protocols, equalized in density, on the acute cardiovascular responses of elderly hypertensive patients. **Material and Method:** Thirteen (13) hypertensive elderly women participated in the study, who performed two exercise protocols equalized in density. Protocol A: 4 series of 2 minutes, intensity of 30% of 1RM and interval of 2 minutes between each series (protocol A); and Protocol B which corresponded to: 16 series of 30 seconds, intensity of 30% of 1RM and interval of 24 seconds between each series. The following variables were analyzed: systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), subjective perception of effort (PSE) and nitrate and nitrite concentration. **Results:** An increase in SBP, MAP, FC and DP was observed at the post-exercise compared with the pre-exercise moment. In the comparison of the responses between the two protocols, a higher increase in SBP, DBP and HR was observed in protocol B. It was not possible to observe a hypotensive effect immediately after, at 1 hour and / or 24 hours after the exercise sessions. In relation to heart rate variability, in the frequency domain, the HF (High Frequency) showed a reduction after the B protocol, and in the time domain, the RMSSD presented reduction after the two protocols. The concentration of nitrite and nitrate did not change significantly after isometric exercise in any of the protocols. **Conclusion:** The isometric exercise of lower pause presented greater hemodynamic responses, although none of the protocols presented hypotensive effect. Factors related to metabolism such as nitrate and nitrite concentration, as well as factors related to the autonomic system did not present significant variations suggestive of hypotensive effect.

Keywords: Hypertension; Elderly; Isometric Training; density.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

HPE	Hipotensão pós-exercício
ER	Exercício resistido
PA	Pressão arterial
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial Média
FC	Frequência Cardíaca
DP	Duplo Produto
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
1RM	1 Repetição máxima
MAPA	Monitor ambulatorial de pressão arterial
ON	Óxido nítrico
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
HF	High frequency = alta frequência
LF	Low frequency = baixa frequência
VLF	Very low frequency = muito baixa frequência
TIPM	Treinamento Isométrico de Preensão Manual
TRF	Transformada Rápida de <i>Fourier</i>
ACSM	<i>American College Sports Medicine</i>

## LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1:		Pág.
Figura 1	Organograma do desenho experimental.	30
Figura 2	Organograma do dia dos protocolos isométricos	31
Figura 3	Respostas hemodinâmicas (PAS, PAD e PAM) de mulheres idosas hipertensas submetidas a diferentes protocolos experimentais de exercício isométrico	33
Figura 4	Respostas hemodinâmicas (FC e DP) de mulheres idosas hipertensas submetidas a diferentes protocolos experimentais de exercício isométrico.	34
Figura 5	Quantidade sérica de nitrito e nitrato imediatamente após a sessão de exercício isométrico	35
CAPITULO 2:		
Figura 1	Respostas hemodinâmicas (PAS, PAD, PAM e DP) de mulheres idosas hipertensas submetidas a teste de 1RM	49
Figura 2	Respostas da variabilidade da frequência cardíaca, no domínio da frequência de mulheres idosas hipertensas submetidas a teste de 1RM	50
Figura 3	Respostas da variabilidade da frequência cardíaca, no domínio do tempo de mulheres idosas hipertensas submetidas a teste de 1RM	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição dos protocolos de treinamento resistido de diferentes estudos e suas respectivas densidades: efeito no estresse cardiovascular	Pág. 26
CAPÍTULO I:		
Tabela 1	Sessões experimentais e cálculo de densidade de protocolos	31
Tabela 2	Caracterização da amostra	32
CAPÍTULO II:		
Tabela 1	Caracterização da amostra	47
Tabela 2	Relação de fármacos utilizados para o controle da hipertensão	48

## 1 INTRODUÇÃO

O exercício físico é considerado uma importante estratégia para auxiliar no controle da pressão arterial (PA) de repouso, principalmente em hipertensos, capaz de promover uma queda sustentada dos níveis pressóricos após sua execução, esse efeito é denominado hipotensão pós-exercício (HPE) (CARPIO-RIVERA et al., 2016).

O exercício resistido tem se mostrado eficiente na melhora da qualidade de vida de idosos, reduzindo a mortalidade (KRASCHNEWSKI et al., 2016), aumentando a massa muscular esquelética, a produção de força, potência e resistência muscular, além de prevenir e controlar doenças associadas a hipertensão, como obesidade e diabetes.(CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Entretanto, os efeitos das variáveis de treinamento (tipo de contração, volume, intensidade e densidade) para a população idosa hipertensa ainda são controversos.

Por muito tempo acreditou-se que o aumento da PA durante o exercício estava diretamente relacionado ao componente isométrico (SEALS; CHASE; TAYLOR, 1988; GOMIDES et al., 2010), entretanto estudos com sessões de exercício isométrico têm demonstrado redução da PA. E meta-análises e revisões sistemáticas (A OWEN; WILES; SWAINE, 2010; MILLAR et al., 2013), sugerem que o exercício isométrico como um potencial redutor da pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD). Cornelissene eSmart (2012) compararam o efeito hipotensor de diferentes modalidades de exercícios (aeróbico, resistência dinâmica e resistência isométrica), e observaram um grande potencial hipotensor no protocolo de exercícios isométrico em comparação com as demais modalidades. Inder et al. (2015) acrescentam que o exercício isométrico pode ser estratégia dentro das recomendações de treinamento resistido. Ambos os estudos supracitados enfatizam

a necessidade de mais pesquisa envolvendo a temática exercício isométrico, observando principalmente, qual protocolo mais adequado para redução e manutenção da PA, em diferentes populações e quais os mecanismos responsáveis pela HPE.

Estudo conduzido por Wiley e colaboradores (1992) demonstrou reduções na PAS e PAD ao realizar Treinamento Isométrico de Prensão Manual (TIPM), Taylor et al., (2003) ao avaliar idosos hipertensos medicamentados utilizando TIPM, também demonstrou reduções significativas de PAS, PAD e pressão arterial média (PAM). Corroborando, McGowan et al. (2007) testaram dois protocolos de TIPM, em idosos hipertensos medicamentados, e apresentaram reduções na PAS. Em contrapartida, Bocalini et al. (2013) e Pagonas et al. (2017), em estudo com hipertensos, não observaram alteração nos grupo que realizaram exercício isométrico.

Os estudos supracitados utilizaram de protocolos diferentes demonstrando a falta de consenso em relação a qual protocolo de exercício isométrico seria mais eficaz em predispor melhoras hemodinâmicas. Estas controvérsias, podem ter como causa a densidade, variável não controlada em nenhum dos estudos. A densidade caracteriza-se pela relação entre o total de esforço realizado e o tempo total de pausa durante o protocolo de exercício (PRICE; MOSS, 2007). Estudo recente ressaltou a importância desta variável como marcador de estresse do exercício (PAULO et al., 2017), apresentando a necessidade de equalização da densidade em protocolo de exercícios que objetivem avaliar o efeito das variáveis de treinamento nas respostas hemodinâmicas.

Diante disso, faz-se necessário avaliar a aplicação clínica do treinamento isométrico em idosos hipertensos medicamentados, assim como avaliar os efeitos de um protocolo de treinamento que envolva grande massa muscular, já que os estudos apresentados têm se utilizado de aparelhos capazes de recrutar menores grupamentos musculares/pequena



proporção de massa muscular. Considerando haver, uma possível relação entre a proporção de massa muscular recrutada com a magnitude da resposta da pressão arterial ao exercício isométrico (Seals et. al., 1993). Assim o objetivo deste estudo é investigar as respostas cardiovasculares agudas do exercício isométrico equalizado em densidade, na população idosa hipertensa medicamentosa, em resposta a um protocolo que envolva grande massa muscular.

A hipótese do estudo é que o exercício isométrico envolvendo grande massa muscular e equalizado em densidade apresentará um efeito hipotensor em idosas hipertensas controladas. Hipotetizamos também que o protocolo de maior volume (4x2min) e maior tempo de intervalo (2 minutos), será capaz de promover maiores reduções dos níveis pressóricos.

A dissertação será apresentada em formato de artigo. Já foram submetidos dois trabalhos para apreciação do corpo editorial das respectivas revistas, o artigo intitulado “EFFECT OF ISOMETRIC TRAINING EQUALIZED IN DENSITY ON HEMODYNAMIC RESPONSES OF ELDERLY HYPERTENSIVE” foi submetido a revista *Experimental Gerontology* (anexo B), que apresenta um qualis A2 em medicina I e fator de impacto de 8,039. Submetemos também um artigo na revista *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, (anexo C) que apresenta qualis B2 em medicina I e fator de impacto de 2,356, com o título “RESPOSTAS HEMODINÂMICAS E AUTONÔMICAS DE IDOSAS HIPERTENSAS DIANTE DO TESTE DE FORÇA MÁXIMA (1RM)”.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Idoso e Hipertensão Arterial**

O envelhecimento é um processo natural, universal e biológico presente em todas as pessoas, geneticamente determinado ou pré-programado e resulta do somatório de alterações orgânicas, funcionais e psicológicas (CEFALU, 2011).

Do ponto de vista cardiovascular, as mudanças durante o envelhecimento são tanto estruturais quanto funcionais. A princípio é possível observar uma calcificação nos miócitos que progressivamente causam aumento o diâmetro da parede dos vasos sanguíneos, bem como perda da elasticidade dos vasos, além disso, ocorre um aumento de colágeno e diminuição da elastina na camada média dos vasos, e conseqüente aumento na rigidez arterial e nos valores da pressão arterial sistólica (COSTANTINO; PANENI; COSENTINO, 2015). No coração há uma perda de células cardíacas funcionais e fibrose, que causam uma diminuição do débito cardíaco, e conseqüente hipertrofia do ventrículo esquerdo sem a melhora da sua função (COSTANTINO; PANENI; COSENTINO, 2015). Há também uma perdagradativa das células do marcapasso no nódulo sinusal, resultando em menores taxas cardíacas de repouso que contribuem para a redução das respostas cardiovasculares ao estresse, causando uma hiperatividade do sistema nervoso simpático (MOSTARDA et al., 2009). Essas alterações podem estar relacionadas ao prejuízo nos mecanismos autonômicos de controle do sistema cardiovascular, (STRATTON et al., 1994)

Devido a esse processo, no Brasil, a hipertensão arterial sistêmica (HAS) atinge 32,5% (cerca de 36 milhões) de indivíduos adultos e mais de 60% dos idosos, contribuindo direta e indiretamente com 50% das mortes por doença cardiovascular no Brasil. Junto com a diabetes mellitus, suas complicações têm impacto direto na perda da produtividade no trabalho e na renda familiar, estimando um prejuízo de R\$ 12,4 bilhões entre 2006 e 2015 (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2016).

A HAS é uma condição clínica caracterizada por elevações dos níveis tensionais acima dos valores normais da pressão arterial sistêmica ( $\geq 140$  e/ou  $90$  mmHg). Para ser classificado com normotenso a pessoa deve apresentar medidas de pressão arterial sistêmica menor ou igual a  $120/80$  mmHg. Pessoas que possuem pressão arterial sistólica (PAS) entre  $121$  e  $139$  e/ou pressão arterial diastólica (PAD) entre  $81$  e  $89$  mmHg são classificadas como pré-hipertensas. Quando a PAS fica entre  $140$  e  $159$  e a PAD entre  $90$  e  $99$  a pessoa é diagnosticada com hipertensão estágio 1. Quando os valores de PAS variam entre  $160$  e  $179$  e a PAD entre  $100$  e  $109$  a pessoa é classificada com hipertensão arterial estágio 2 e quando os valores são maiores ou iguais a  $180/110$  a pessoa já é diagnosticada como uma hipertensão arterial estágio 3. A doença também é associada a distúrbios metabólicos, alterações funcionais e/ou estruturais de órgãos-alvo, sendo agravada pela presença de outros fatores como dislipidemia, obesidade e diabetes melito (DM) (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2016).

Para o controle da doença existem duas possibilidades de abordagem terapêutica: o tratamento medicamentoso e não medicamentoso. O tratamento medicamentoso consiste na utilização de fármacos que agem em diferentes vias de controle da PA, entre os mais utilizados, podemos citar: os diuréticos, inibidores adrenérgicos, agentes de ação central, betabloqueadores, alfa bloqueadores, vasodilatadores diretos, bloqueadores dos canais de cálcio, inibidores da enzima conversora de angiotensina, bloqueadores dos receptores  $AT^1$  da angiotensina II e inibidores diretos da renina. A escolha do medicamento a ser utilizado dependerá das indicações e contraindicações de cada paciente, dando preferência àquele que possua maior comprovação de diminuição dos riscos de eventos cardiovasculares e mortalidade (LAURENT, 2017)

O tratamento não medicamentoso da HAS envolve controle de massa corporal, padrão alimentar adequado, redução da ingestão de sódio, prática de atividades físicas, cessação do tabagismo, controle de estresse, redução no consumo de álcool, café e chá verde, entre outros. Essa abordagem terapêutica tem se mostrado muito eficiente no controle dos riscos de mortalidade associados a hipertensão como nos estudos de Patnode et al. (2017), Kraschewski et al. (2016), Carlson et al. (2014) e Pescatello et al. (2004).

## 2.2 Exercício e Hipertensão

O exercício físico revela-se de fundamental importância para a população idosa, uma vez que possibilita a retomada da independência física, além de facilitar as relações entre os participantes. Há considerável melhora nas relações sociais, na saúde física e psicológica, colaborando para retardar o processo de envelhecimento e proporcionando uma velhice mais autônoma e independente, com uma qualidade de vida elevada, além de diminuir a incidência de doenças crônicas não transmissíveis.

O objetivo da prática de exercícios para os idosos é de preservar ou melhorar a sua autonomia, bem como minimizar ou retardar os efeitos da idade avançada, além de aumentar a qualidade de vida dos indivíduos. Entretanto tal atividade não necessitará ser de alta intensidade, apenas exercícios que estimulem o funcionamento do sistema cardiovascular.

É muito importante ressaltar que as recomendações de atividade física não deverão ser feitas aleatoriamente ou da mesma forma para todas as pessoas, principalmente em relação às pessoas idosas que geralmente possuem algumas doenças e tomam medicamentos. Sendo assim, o cuidado deverá ser redobrado para que cada exercício seja adequado àquele sujeito e sua condição.

As recomendações sobre atividade física na prevenção e no tratamento de doenças crônicas é um tema estudado desde muitos anos. Conforme Coelho e Burini (2009) pesquisas sobre o reconhecimento e a quantidade apropriada de atividade física foram evidenciadas nas escritas orientais desde 3000 anos a.C e na Grécia antiga , no que eles chamavam de “leis da saúde”, há cinco séculos antes de Cristo.

Nas últimas décadas, inúmeros trabalhos científicos têm demonstrado a associação inversa entre o alto nível de atividade física ou aptidão física e risco de doenças cardiovasculares e seus fatores metabólicos.

Um estudo longitudinal que consistiu em avaliar por meio de testes ergométricos 25.341 homens e 7.080 mulheres de 20 a 80 anos, realizado por Blair et al. no período de 1971 a 1989, teve como objetivo quantificar a relação entre condicionamento cardiorrespiratório e doenças cardiovasculares. Para isso eles dividiram a amostra em três subgrupos, o de baixo, o de moderado e o de alto condicionamento. O resultado foi que os indivíduos com alto e moderado condicionamento tiveram as menores taxas de óbitos, apesar de qualquer fator de risco que a pessoa possa ter como tabagismo, hipertensão, dislipidemia, entre outros (COELHO; BURINI, 2009)

Estudo um pouco mais recente (Kraschnewski et al., 2016) analisou os dados do Banco de Inquérito Nacional de Entrevistas de Saúde do Estados Unidos de 1997-2001, ligado a dados de atestados de óbito. A principal variável independente analisada foi o exercício de resistência concordante com as recomendações diretriz do *American College of Sports Medicine/ American Heart Association* (ou seja, duas vezes por semana) e a variável dependente foi a mortalidade por todas as causas. A mortalidade por todas as causas em idosos pode ser significativamente reduzida através da identificação e do envolvimento em exercício resistido.

Já está bem estabelecido que o exercício físico é capaz de promover uma hipotensão pós exercício, considerada uma importante estratégia na prevenção e controle da hipertensão. Há algum tempo o treinamento aeróbico é amplamente recomendado com esse objetivo, no entanto, mais recentemente o treinamento resistido também ganhou um alto grau de recomendação (PESCATELLO et al., 2004; QUEIROZ; KANEGUSUKU; FORJAZ, 2010; Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2016). O treinamento resistido tem se mostrado eficiente na melhora da qualidade de vida de idosos, reduzindo a mortalidade (KRASCHNEWSKI et al., 2016), aumentando a massa muscular esquelética, a produção de força, potência e resistência muscular, além de prevenir e controlar doenças associadas a hipertensão, como obesidade e diabetes. (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; TIBANA et al., 2012).

Os mecanismos responsáveis pelo controle da PA ainda não estão totalmente elucidados, porém, já foram descritas alterações hemodinâmicas importantes, tais como a diminuição do débito cardíaco e a resistência vascular periférica, em consequência de uma redução do volume plasmático e vasodilatação periférica. (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011). Como resultado ocorre também um aumento na secreção urinária seguido de redução da renina plasmática ou até a ativação da angiotensina (1-7) [Ang (1-7)] (GOESSLER; POLITO, 2013). Ainda merece destaque ação do endotélio vascular, pois esse é responsável pelo controle do tônus muscular arterial. Fatores relaxantes derivados do endotélio, interagem com o músculo liso vascular, atenuando o efeito constritor direto das catecolaminas. Esse mecanismo reduz a PA, graças ao óxido nítrico (NO), que assume grande importância na diminuição da resistência vascular periférica (SOUZA JUNIOR et al., 2012).

O NO, também conhecido como fator de relaxamento derivado do endotélio, é um importante vasodilatador, em condições basais, contrabalançando a vasoconstrição provocada pela angiotensina II e pelas catecolaminas. Quando ocorre aumento do fluxo sanguíneo, no

exercício físico por exemplo, as células endoteliais são submetidas a maiores forças de cisalhamento, o que aumenta a produção de NO. Além disso, outras substâncias vasoativas estimuladas durante o exercício também facilitam a liberação de NO como, acetilcolina, histamina, bradicina e o ATP. (KOEPPEN; STANTON, 2009)

Dentre as alterações autonômicas, o exercício pode melhorar o controle da PA, por meio de uma maior sensibilização arco reflexo (barorreflexo), modulando a atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático e conseqüentemente a atividade do coração e vasos (MOSTARDA, 2009). Estudos clínicos e experimentais têm demonstrado que o componente espectral de alta frequência (AF) da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) reflete a modulação parassimpática, enquanto o componente de baixa frequência (LF) corresponde, principalmente, à modulação simpática (VANDERLEI et al., 2009). E o melhor controle desses parâmetros está ligado à diminuição de riscos agudos cardiovasculares. Neste aspecto, um estudo observou aumento considerável da VFC após o período de treinamento físico aeróbico em indivíduos idosos com doença arterial coronariana (CARUSO et al., 2014). Além disso, outros autores evidenciaram melhor sensibilidade barorreflexa em indivíduos de meia-idade e idosos fisicamente ativos em relação aos indivíduos sedentários, pareados por idade (CARTER; BANISTER; BLABER, 2003).

Não existe um consenso em relação a prescrição do treinamento resistido para a população hipertensa. Instituições de saúde como *American College of Sports Medicine* recomenda um treinamento resistido com frequência todos os dias ou dias alternados, intensidade moderada (40 < 60% de 1RM, carga máxima que se consegue levantar uma única vez), realizado de forma circuitado, 2 a 3 series, 8 a 15 repetições (ACSM, 2006). Enquanto que a Sociedade Brasileira de Cardiologia recomenda realizar exercícios resistidos com sobrecarga de até 50% a 60% de 1 RM e o exercício deve ser interrompido quando a

velocidade de movimento diminuir (antes da fadiga concêntrica) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2006). No que diz respeito ao exercício isométrico, o *American College of Sports Medicine* preconiza estímulos de contrações do punho com uma força máxima de 30% com duração de 2 minutos cada, no total de 12 a 15 minutos por sessão. Isso deve ser realizado pelo menos 3 vezes por semana durante 8 a 12 semanas (ACSM, 2006). Importante salientar que em nenhuma das diretrizes mencionadas existe uma recomendação sobre a duração das pausas que devem ser mantidas entre as séries.

### 2.3 Variáveis do treinamento resistido e seus efeitos na pressão arterial

Os efeitos das variáveis de treinamento, como tipo de contração, volume, intensidade e densidade, para a população idosa hipertensa ainda são controversos. Ao aumentar a intensidade há uma maior tensão das fibras musculares, a tensão aumentada diminuirá a luz do vaso, fato este que criará um maior obstáculo para a passagem do fluxo sanguíneo. Este estímulo constante promoveria uma resposta reflexa do sistema nervoso simpático para aumentar a pressão arterial no intuito de vencer essa pressão mecânica e manter o fluxo (McArdle, Katch e Katch, 2011). Dessa forma, parece que o aumento da intensidade do protocolo de exercício resistido deveria ser diretamente proporcional ao aumento da pressão arterial, entretanto existem estudos mostrando que a maior intensidade resulta em maior resposta hemodinâmica (O'CONNOR et al., 1993; SOUSA et al., 2010), e estudos que apresentam menor resposta hemodinâmica (NERY et al., 2010) e estudos que não apresentam diferenças entre as intensidades (KING et al., 2000)

Em relação ao volume, que vem a ser o número de séries, o número de repetições, e/ou a quantidade de exercícios realizado, a elevação desta variável resultará em maior gasto energético ao longo do tempo de execução (POLITO; FARINATTI, 2006). Com a oclusão



resultante de maior volume e quantidade de contrações musculares, o músculo exercitado recorre mais ao metabolismo anaeróbico, e este produz mais metabólitos que se acumulam na musculatura, resultando em maior ativação de quimiorreceptores os quais aumentam a pressão arterial para favorecer o fluxo sanguíneo local (ROWELL; OLEARY, 1990). Desta forma, parece existir uma relação direta entre a elevação do volume de treinamento e o aumento da pressão arterial (POLITO; FARINATTI, 2006; CASTINHEIRAS-NETO; COSTA-FILHO; FARINATTI, 2010)

A pausa é uma variável que quando elevada contribui para o menor pico de pressão arterial, uma vez que durante o exercício o organismo produz substâncias vasodilatadoras, mas durante o esforço a tensão da musculatura ao redor do vaso dificulta essa vasodilatação. Entretanto, durante a pausa os vasos podem vasodilatar, aumentando sua luz e conseqüentemente reduzindo a pressão arterial após o exercício (LAMOTTE et al., 2010). Contudo, a exemplo da intensidade, a pausa também apresenta dados controversos em relação ao pico pressórico e efeito hipotensor. Alguns estudos que avaliaram as respostas hemodinâmicas em diferentes intervalos de recuperação encontraram uma relação inversa entre essas duas variáveis: quanto maior o intervalo de recuperação menor a resposta cardiovascular aguda (LAMOTTE et al., 2010; CASTINHEIRAS-NETO; COSTA-FILHO; FARINATTI, 2010), porém há estudos que relatam não haver diferença entre os intervalos (ZANETTI et al., 2013).

As controvérsias sobre as respostas de picos da pressão arterial e efeito hipotensor entre os protocolos de treinamento resistido apresentados nos estudos anteriores, podem ter como causa a densidade que não foi controlada em nenhum dos estudos. O conceito de densidade pode ser entendido com a relação entre o esforço total realizado e o tempo total de pausa oferecido dentro de um protocolo de treinamento resistido (CHRISTMASS;

DAWSON; ARTHUR, 1999). Um estudo recente ressalta a importância da densidade do treino como marcador de estresse do exercício (PAULO et al., 2017), apresentando a necessidade de se equalizar a densidade em protocolo de exercícios que objetivem avaliar o efeito das variáveis de treinamento nas respostas hemodinâmicas. Uma maior densidade pode influenciar em maiores respostas hemodinâmicas, devido principalmente ao acúmulo de metabólitos. Essa elevação da concentração ativa os quimiorreceptores periféricos que aumentam a atividade simpática e resulta em um aumento da frequência cardíaca, estímulos de vaso constrição, resultando em maior resistência vascular periférica e conseqüentemente da pressão arterial. (PRICE; MOSS, 2007)

Para complementar as características do exercício resistido que pode afetar as respostas hemodinâmicas, a massa muscular envolvida também é um fator importante. Macdonald, Macdougall e Hogben (2000) avaliaram a resposta da pressão arterial após submeter idosos hipertensos a um protocolo de exercício de membros superiores e um de membros inferiores de mesmo volume e intensidade; concluíram que a massa muscular envolvida não afeta diretamente a magnitude da hipotensão pós-exercício. Resultados semelhantes foram encontrados por Mohebbi, Rohani e Ghiasi (2016) que acrescentaram um grupo que realizou exercícios de corpo inteiro e por Somani et al. (2017) que analisou a relação da massa muscular envolvida no exercício isométrico.

O tipo de contração muscular também se apresenta como uma variável influenciadora das respostas hemodinâmicas. A contração dinâmica é aquela que produz o movimento de uma parte corporal esquelética, se subdividindo em duas fases: concêntrica, quando o músculo se encurta; e excêntrica, quando a resistência externa ultrapassa a força muscular e o músculo se alonga à medida que a tensão aumenta. Já a contração isométrica relaciona-se a atividade muscular sem nenhuma modificação no comprimento das fibras musculares

(MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011). Por muito tempo acreditou-se que o aumento da PA durante o exercício estava diretamente relacionado ao componente isométrico (SEALS; CHASE; TAYLOR, 1988; GOMIDES et al., 2010), entretanto estudos com sessões de exercício isométrico têm demonstrado redução da PA. Meta-análises e revisões sistemáticas (MILLA 2009; CORNELISSEN et al., 2011; MILLAR, 2014) sugerem que o exercício isométrico como um potencial redutor da pressão arterial.

#### 2.4 Exercício isométrico e hipotensão

As contrações isométricas ou estáticas diferem dos movimentos dinâmicos, pois contêm uma aplicação de força, mas nenhuma ou mínima alteração no comprimento muscular. Alguns autores consideram haver contrações estáticas puras apenas em modelos *in vitro* (MILLAR et. al, 2014).

O interesse no exercício isométrico como um meio para diminuir a PA em repouso decorre de dois estudos de referência. O primeiro, realizado por Kiveloff e Huber (1971), demonstrou que as contrações isométricas totais do corpo diminuíram a pressão arterial sistólica (PAS) e a pressão arterial diastólica (PAD) em repouso em indivíduos hipertensos (KIVELOFF; HUBER, 1971). O segundo, um estudo epidemiológico conduzido por Buck e Donner (1985), constatou que, em uma amostra de 4.273 homens, exercício isométrico ocupacional moderado ou pesado estava associado a uma redução da incidência de hipertensão (BRUCK; DONNER, 1985).

Em comparação com o exercício dinâmico, as contrações isométricas sustentadas de punho demonstraram menores respostas de pressão arterial sistólica e frequência cardíaca, em pacientes recomendados para terapias tradicionais de exercícios, o exercício isométrico de baixa intensidade (<30% MVC) e de curta duração ( em média de 12 minutos) é bem tolerado

e aceitável(MCGOWAN et al., 2017). Uma diferença chave da contração isométrica pode ser que mesmo em níveis de baixa intensidade há a ativação metaborreflexo na tentativa de restaurar o fluxo sanguíneo (FISHER; WHITE, 1999).

As respostas da pressão arterial e da frequência cardíaca ao exercício isométrico são influenciadas pelo tamanho do músculo em contração (Seals et al., 1993) e pela duração do tempo de contração (Millar et. al., 2009). Semelhante ao exercício dinâmico, a resposta cardiovascular ao exercício isométrico é caracterizada por uma oclusão vascular que promove o acúmulo de metabólitos que acionam os quimiorreceptores musculares, estimulando o sistema nervoso simpático na liberação de catecolaminas. Conseqüentemente, ocorre o aumento da frequência cardíaca (FC) e, sobretudo, da pressão arterial sistólica (PAS) durante o esforço, com pouca alteração na resistência periférica total (D'ASSUNÇÃO et al., 2007).

Millar et. al. (2009), em sua revisão, apresenta estudos com efeito hipotensor após treinamento resistido de contração isométrica. Por exemplo, no estudo do McGowan et al., (2007) após oito semanas a 30% de 1 RM com 4 séries de 2 minutos e intervalo de 1 minuto com Treinamento Isométrico de Preensão Manual (PTIM), idosos hipertensos apresentaram reduções de 15mmHg da PAS e 10mmHg da PAD. O estudo de Taylor et al., (2003) idosos hipertensos medicamentados submetidos a 10 semanas de treinamento, a 30% de 1 RM com 4 séries de 2 minutos e intervalo de 1 minuto no PTIM, exibiram quedas significativas de 19mmHg na PAS, 8mmHg na PAD e 11 mmHg na pressão arterial média. Com outra intensidade Wiley et al., (1992) realizando cinco semanas de treinamento isométrico a 50% de 1 RM com 4 séries de 45 segundos com 1 minuto de intervalo (PTIM) em hipertensos controlados (29 a 52 anos) exibiram diminuições de 10mmHg na PAS e 9mmHg na PAD. Uma meta-análise (CORNELISSEN et al., 2011) indicou uma redução média da PA de 12 mmHg SBP, superando assim os efeitos anti-hipertensivos do exercício aeróbio.

Há estudos que não apresentaram efeito hipotensor pós exercício isométrico, o estudo de Araújo et. al., (2011) realizado com 41 participantes (idosos com doença coronariana) não encontraram resposta da PAS e PAD a uma sessão de preensão manual bilateral a 30% da força máxima com série de 2 minutos e intervalo de 1 minuto, não observaram diferença significativa nas medidas pelo método oscilométrico ou variações de média RR no eletrocardiograma, gerando uma repercussão hemodinâmica transiente e modesta, sem induzir a rápida inativação vagal cardíaca. Estudo semelhante (BOCALINI et al., 2013) envolvendo 12 mulheres idosas (64±1 anos) hipertensas não apresentou mudanças hemodinâmicas significativas até 60 minutos após a sessão de treino. Em tal estudo foi realizada uma sessão de treino isométrico a 30% de uma contração voluntária máxima (CVM) e posteriormente a 50% de CVM com 4 conjuntos de 5 contrações de 10 segundos de duração em cada lado, em dias não consecutivos.

Em resumo, os dados sobre o exercício isométrico em pacientes hipertensos permanecem escassos e controversos. Instituições de saúde como *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2006), *American Heart Association* (BROOK et al., 2013) e Sociedade Brasileira de Cardiologia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2016) não incluem nas suas diretrizes o exercício isométrico para o tratamento da hipertensão, justificando a necessidade de mais estudos que elucidem a temática.

Talvez um fator importante que influenciou a inconstância nos resultados do exercício isométrico e efeito hipotensor pode estar vinculado a densidade do treino. Realizamos o cálculo da densidade de alguns artigos supracitados para analisar a influência dessa variável nas respostas hemodinâmicas, e constatamos que os estudos que apresentaram maiores densidade resultaram em maiores picos de pressão e melhores efeito hipotensor pós exercício, conforme tabela 1

Tabela 1. Descrição dos protocolos de treinamento resistido de diferentes estudos e suas respectivas

<b>Estudo</b>	<b>População</b>	<b>Protocolos</b>	<b>Densidade Tempo total de exercício: total de pausa Total de peso levantado: total de pausas</b>	<b>Resultado do estresse cardiovascular</b>	<b>Comentários e interpretação</b>
<b>BOCALI NI et al., (2013)</b>	A: 12 mulheres (64 ±1 ano), fisicamente e inativas, com hipertensão controlada por medicamento	A: 4 x 50s: 2min 30% (CVM) B: 4 x 50s: 2min 50% (CVM) A e B: única sessão	A) I-200s÷360s=0,55 II- 200s*0,3÷360s=0,16 peso:s B) I-200s÷360s=0,55 II- 200s*0,5÷360s=0,27peso:s	Nenhuma mudança significativa foi observada após exercícios isométricos	Estímulos de pequena densidade não apresentou diferença
<b>MILLAR; MACDO NALD; MCCART NEY (2011)</b>	12 idosos saudáveis	A: 4x2min:1min (30%CVM) B: 8x1min:30s (30%CVM) C: 16x30s:15s(30% CVM) D:4x2min:1min (3%CVM)	A) I- 480s÷180s = 2,66 II- 480*0,3÷180 = 0,80peso; B) I- 480s÷210s = 2,22 II- 480*0,3÷210 = 0,68peso; C) I- 480s÷225s = 2,13 II- 480*0,3÷225 = 0,64peso:s D) I- 480s÷180s = 2,66 II- 480*0,03÷180 = 0,08peso:s	Protocolo A apresentou maiores elevações hemodinâmicas em comparação com os demais	Protocolo de maior densidade apresentou maiores elevação hemodinâmicas
<b>ARAÚJO et. Al (2011)</b>	8 pacientes saudáveis	A: 4x2min:3min (30% CVM) B: 4x45s:1min (50% CVM)	A) I- 480s÷540s = 0,88 II- 480*0,3÷540 = 0,26peso:s B) I- 180s÷180s = 1 II- 180*0,5÷180 = 0,5peso:s	Protocolo A não apresentou alterações, enquanto que o protocolo B teve reduções de pressão arterial	Protocolo de maior densidade apresentou melhores respostas hemodinâmicas
<b>TAYLOR et al., (2003)</b>	9 pacientes saudáveis	A) 4x2min:3 (3%CVM)	A) I- 480s÷180s = 2,66 II- 480*0,3÷180 = 0,80peso:s	Apresentou melhoras das respostas hemodinâmicas	Protocolo com densidade de 0,8 apresenta melhora de parâmetros hemodinâmicos

densidades: efeito no estresse cardiovascular

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 Geral**

Comparar os efeitos de dois diferentes protocolos de exercício isométrico, equalizados em densidade, sobre as respostas cardiovasculares agudas de idosos hipertensos medicamentas.

#### **3.2 Específicos**

- a) Analisar a resposta cardiovascular aguda do exercício isométrico em um protocolo que envolva grande massa muscular;
- b) Comparar os efeitos do volume e pausa nas respostas hemodinâmicos durante, imediatamente após e no decorrer das 24 horas que prosseguem o exercício isométrico;
- c) Investigar a influência metabólica, autonômica e hemodinâmica nas respostas cardiovasculares após uma sessão de exercício isométrico.

### **4 RESULTADOS**

#### **4.1 Capítulo 1**

Revista: Experimental Gerontology (qualis A2, fator de impacto 8,039)

#### **EFFECT OF ISOMETRIC TRAINING EQUALIZED IN DENSITY ON HEMODYNAMIC RESPONSES OF ELDERLY HYPERTENSIVE**

##### **ABSTRACT**

Introduction. Isometric exercise has been shown to have great potential in reducing blood pressure, however mainly for the hypertensive elderly population, the effects of training variables are still controversial. Therefore, the objective of this study was to investigate the acute cardiovascular responses of isometric exercise equalized in density in the elderly hypertensive population (medication), in response to a protocol that involves large muscle mass. Objective: To investigate acute cardiovascular responses in different equalized isometric training protocols in elderly hypertensive patients. Material and Methods: Performed two isometric training protocols equalized in density. Protocol A: 4 sets of 2 minutes, intensity of 30% of 1RM and interval of 2 minutes between each series; Protocol B: 16 series of 30 seconds, intensity of 30% of 1RM and interval of 24 seconds between each series. The following variables were analyzed: systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), subjective perception of effort (PSE) and concentration of

nitrate and nitrite. Results: Increase in SBP, MAP, HR and SD was observed in the post-exercise compared to the pre-exercise. When comparing the responses between the two protocols, there was a higher increase in SBP, DBP and FC in protocol B. No hypotensive effect was observed immediately after, at 1 hour and / or 24 hours post-exercise. The concentration of nitrate and nitrite also did not change after the isometric exercise. Conclusion: Isometric exercise involving large muscle mass was safe, but a single exercise session was not able to stimulate a sustained hypotensive effect. The findings also demonstrated different hemodynamic responses in isometric exercise protocols equalized in density.

**Keywords: Hypertension; Elderly; Isometric Training; density**

## **1. INTRODUCTION**

Physical exercise is considered an important strategy to assist in the control of resting blood pressure (BP), especially in hypertensive individuals, capable of promoting a sustained drop in blood pressure levels after its execution. This effect is called post-exercise hypotension (PEH) (CARPIO-RIVERA et al., 2016).

Resistance exercise has been shown to be efficient in improving the quality of life of the elderly, reducing mortality (KRASCHNEWSKI et al., 2016), increasing skeletal muscle mass, producing strength, potency and muscular endurance, furthermore preventing and controlling associated diseases hypertension, such as obesity and diabetes. (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). However, the effects of training variables, such as type of contraction, volume, intensity and density, for the elderly hypertensive population are yet controversial.

For some time, it is believed that the increase in BP during exercise was directly related to the isometric component (SEALS; CHASE; TAYLOR, 1988; GOMIDES et al., 2010); however, studies with isometric exercise sessions have shown a reduction in BP, meta-analyzes and systematic reviews, suggest isometric exercise as a potential in the reduction of SBP and DBP. CORNELISSEN; SMART (2012) compared the hypotensive effect of different exercise modalities (aerobic, dynamic resistance and isometric resistance), and observed a great hypotensive potential of the isometric exercise protocol compared to the other modalities. Inder et al. (2015), implement that isometric exercise can serve as an important complement to the recommendations of resistance training. Both of the studies mentioned above emphasize the need for more research involving the isometric exercise theme, observing mainly, which protocol is more adequate to reduce and maintain BP in different populations and which mechanisms are responsible for PEH.

A study conducted by Wiley et al. (1992) showed reductions in systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) using manual isometric training (MIT), Taylor et al. (2003), in evaluating elderly hypertensive patients, showed significant reductions in SBP, DBP, and mean arterial pressure (MAP). McGowan et al. (2006) tested two MIT protocols in



elderly hypertensive patients and presented reductions in SBP. In contrast Bocalini et al. (2013) and Pagonas et al. (2017), in a study with hypertensive patients, did not observe alteration in the groups that performed isometric exercise.

The above mentioned studies used different protocols demonstrating the lack of consensus when dealing with the most efficient isometric exercise in predisposing hemodynamic improvements. These controversies may be caused by density, a variable not controlled in any of the studies. The density is characterized by the relation between the total exertion performed and the total pause time during the exercise protocol (PRICE; MOSS, 2007). A recent study has emphasized the importance of this variable as exercise stress marker (PAULO et al., 2017), demonstrating the need for density equalization in an exercise protocol that aims to evaluate the effect of training variables on hemodynamic responses.

In view of this, it is necessary to evaluate the clinical application of isometric training in elderly hypertensive patients, even as to evaluate the effects of a training protocol that involves large muscle mass, since the studies presented have been used of devices capable of recruiting smaller groups muscle ratio / small proportion of muscle mass, considering a possible relationship between the proportion of muscle mass recruited and the magnitude of the blood pressure response to isometric exercise (Seals et al., 1993). Thus the objective of this study is to investigate the acute cardiovascular responses of isometric exercise equalized in density in the elderly hypertensive population (medication), in response to a protocol that involves large muscle mass.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

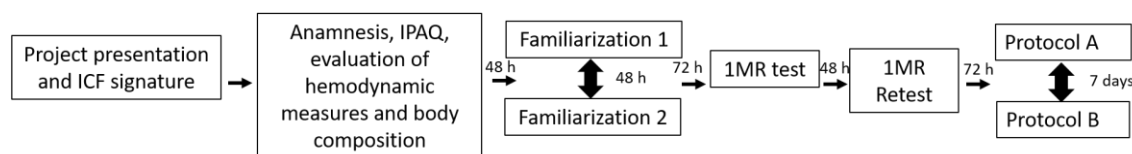
This is an experimental, cross-sectional and prospective study. The sample (n=12) was composed of elderly women aged 60 to 75 years, diagnosed with hypertension (stage1) and who regularly use medication (s) to control the disease. The volunteers were selected in a non-probabilistic way within the universe of hypertensive and sedentary women (who did not perform any physical exercise in the last 3 months prior to the study), residents in the surrounding area of the University, the research began after approval in the ethics committee (CAAE: 43181015.6.0000.5087)

Participants voluntarily accepted participation in the study, through the signing and acquiescence of the Informed Consent Form (ICF), presentation of the cardiologist's release to practice physical exercises. The elderly used one of the antihypertensive drugs of the

dihydropyridine class of calcium inhibitors, AT1 blockers (angiotensin II), angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitors, diuretics and prostaglandin inhibitors. We excluded volunteers who used antihypertensive drugs from the class of beta-blockers and non-dihydropyridine calcium inhibitors (since they may cause bradycardia), presented orthopedic problems that impose limitations on any body movement, uncontrolled hypertension, recent history of myocardial infarction, diabetes mellitus, alcoholics and smokers.

All research was carried out in 8 meetings (figure 1), in the first one occurred the presentation of the project and the signing of the ICF, in the second meeting, the volunteers carried out the preliminary tests, which consisted of an anamnesis (APPENDIX A), application of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - short version (MATSUDO et al., 2001) (ANNEX B), body composition with bipolar bioimpedance (MALTRON®, model 906), hemodynamic evaluation, by means of electrocardiogram (wincardio, Micromed) and PA auscultation by the automatic oscillometric method with digital apparatus (Omron HEM-742 Automatic).

Subsequently the volunteers were submitted to two familiarization sessions (3 sets of 15 repetitions) to the leg press exercise with a 48 hour interval between them, so that it was possible to establish a load to start on the day of the test of 1 repetitions maximum (1RM). After the period of familiarization, with a minimum period of 48 hours, the dynamic force test was performed, which started with two specific heats in the apparatus, one with relative load for 15 repetitions and the other with relative load for 10 repetitions, according to Lovell, Cuneo e Gass (2011) (adapted). Subsequently the participants had 3 minutes for rest interval between the sets, performed up to 5 sets of attempts to record the maximum repetition load. After the tests, the retests were performed with a 48 hour interval, to confirm the data found.



**Figure 1. Organogram of the experimental design.** The figure presents the research steps with the intervals between each meeting. ICF, Informed Consent Form; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; 1MR, 1 repetition maximum.

After performing the 1MR test, the volunteers participated in two experimental sessions (Protocol A and B), whose order of accomplishment was established in a random and balanced manner, with a minimum interval of 7 days between them. The sessions were held in the same period, trying to keep the schedule fixed for each volunteer. To begin these sessions,

the volunteers should have taken their antihypertensive drugs and the rest BP should be below 160/105 mmHg, as suggested by the Brazilian directive to start the exercise (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2010). In addition, volunteers were instructed to maintain a routine of similar daily activities during the survey period.

In each of the sessions, the volunteers performed two different protocols: a protocol of 4 series of 2 minutes, intensity of 30% of 1MR and interval of 2 minutes (protocol A) and the other protocol with less time of tension, but equalized in density with protocol A, which consisted of 16 series of 30 seconds, intensity of 30% of 1RM and interval of 24 seconds (protocol B), as shown in table 1, between the sessions was obeyed a 7-day interval. The exercises were performed with intensity of 30% of 1RM and was maintained at a 90° angle of flexion, controlled from a goniometer (Carci).

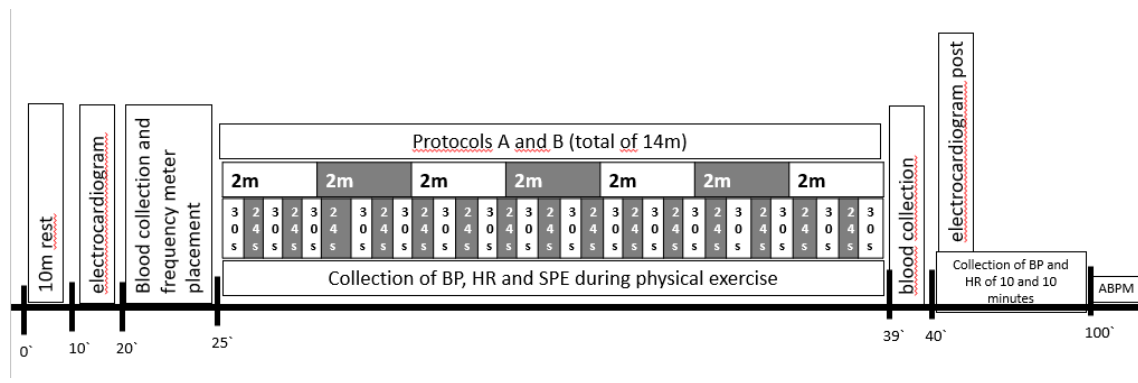
Table 1: Experimental sessions and density calculation of protocols.

Experimental Session	Protocols	Density
		I- Total muscle tension time: total pauses II- total sustained weight: total pauses
A	4x2m:2m (30% de 1MR)	I - 480s:360s = 1,33 II- 480s*0,3:360s = 0,4 weight:s
B	16x30s:24s (30% de 1MR)	I - 480s:360s = 1,33 II- 480s*0,3:360s = 0,4 weight:s

Model of the proposed protocols in comparison to the density of each. 4x2m: 2m (30% of 1MR), means 4 sets of 2 minutes of isometry with interval with 2 minutes of pause, 30% of 1 MR and 16x30s: 24s (30% of 1MR) means, 16 series of 30 seconds of isometry with pauses of 24 seconds, at 30% of 1MR. MR, maximum repetition

On the days of collection, the following procedures were followed (Figure 2): Upon arriving in the laboratory, the volunteer was placed in a chair where she remained in rest for 10 minutes. After this time, which was established as pre-exercise (Pre), the BP measurement was performed by auscultation, and the electrocardiogram at rest, immediately after these procedures 10 ml of blood was collected by venipuncture. Subsequently, the proposed exercise protocols were started, during each protocol the BP and ECG signals were continuously recorded, using the pressure device and the frequency meter (POLAR H7), respectively. At the end of each series the volunteers indicated their subjective perception of effort, Omni scale (NAKAMURA et al., 2010).

At the end of each protocol, the electrocardiogram after exercise was collected, another 10 ml of blood was collected by venipuncture and the BP and heart rate responses were monitored every 10 minutes for 60 minutes. Finally, the Ambulatory Blood Pressure Monitor (ABPM, micromed) was placed in the volunteers to monitor the blood pressure during the 24 hours after each protocol. The collected blood was used to measure the concentration of nitric oxide before isometric exercise. For this purpose, 10 mL of blood was



collected through peripheral

venipuncture with 21 G or 22 G (BD Vacutainer® Eclipse™) disposable needles and an anti-coagulant (EDTA, Labor Import) tube for vacuum collection system, and when necessary was collected by means of 31G needle (Precision glide BD) and 10ml syringe (Injex). It was centrifuged at 4,000 rpm for 5 minutes, stored in 2 ml cryogenic plastic tubes (Eppendorf) and cooled to -20 ° C for further analysis. The nitrate and nitrite were analyzed by the method of Gries, according to Miranda, Espey e Wink (2001).

**Figure 2. Organization chart of the day of the isometric protocols.** The figure shows the steps performed on the day of the isometric exercise protocol. ; BP = Blood pressure; SPE = subjective perception of effort

Data were expressed as Mean ± Standard Deviation. To analyze the normality of the data, the Shapiro-Wilk test was used. Considering the normality in the distribution of the data, the statistical treatment proceeded with Paired T-Student Test, Wilconson's Test, analysis of variance by one-way ANOVA for repeated measurements, followed by post hoc Bonferroni test, analysis of variance by two- way multiple comparisons, followed by the post hoc Bonferroni test. It was adopted  $p \leq 0.05$  for representing the statistically significant values.

### 3 RESULTS

The drugs used to control HBP were: inhibitors of AT1 receptors (75%), diuretics (17%), angiotensin converting enzyme inhibitors (ACE; 17%) and calcium dihydropyridine inhibitors (8%)

Table 2. Characterization of participants (n = 12).

VARIABLES	AVERAGE ± SD
Body Mass (kg)	67,7 ± 9,23
Height (cm)	152,0 ± 0,04
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	29,5 ± 4,22
Fat Mass (kg)	27,5 ± 9,75
% Fat	38,7 ± 6,99
Lean Mass (kg)	42,9 ± 6,62
% Lean mass	59,3 ± 9,57

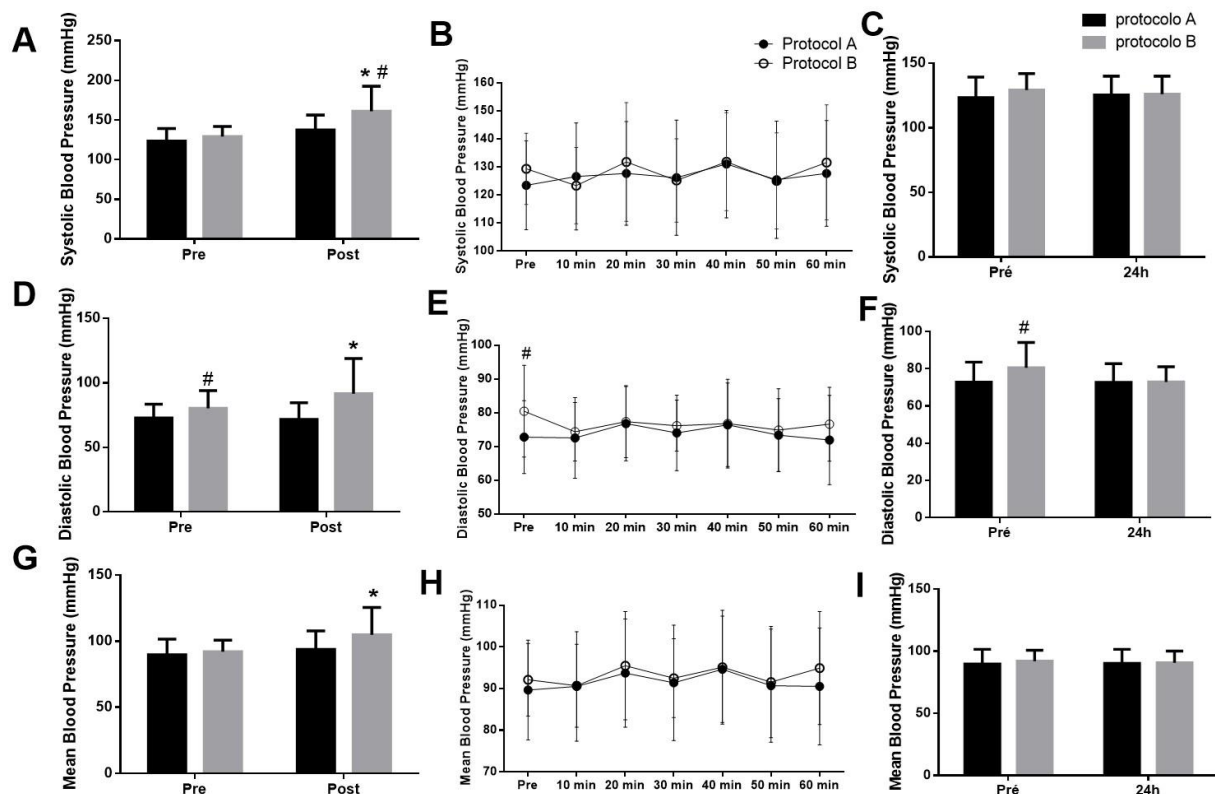
Values are expressed as Mean ± Standard Deviation (M ± SD). BMI, Body Mass Index, % Fat, Percent fat; % lean mass, percentage of lean mass.

The mean total load raised by the elderly women after the 1MR test was  $106.4 \pm 19.13$ , however the load adopted in the protocols was  $32.43 \pm 4.73$ , equivalent to 30% of 1MR.

A statistically significant increase in systolic blood pressure (SBP) from pre-exercise to post-exercise was observed in the two experimental protocols (protocol A: Pre:  $123.4 \pm 15.85$  vs. Post =  $137.4 \pm 18.85$  mmHg,  $P < 0.001$ ; Protocol B: Pre  $129.3 \pm 12.71$  mmHg vs Post =  $161.1 \pm 31.55$  mmHg,  $p < 0.001$ ) In the comparison between protocols, Protocol B presented a higher elevation (Protocol A  $137.4 \pm 18.85$  vs protocol B =  $161.1 \pm 31.55$  mmHg,  $p = 0.02$ ) (Figure 3A).

No significant elevations were observed in diastolic blood pressure after the two protocols. Only the final value of the B-protocol PAD was significantly higher (protocol A =  $71.8 \pm 12.89$  vs protocol B =  $91.6 \pm 27.19$  mmHg,  $p = 0.002$ ) (figure 3D). The same behavior was observed when the mean arterial pressure (MAP) was analyzed, where only the experimental protocol B induced a significant increase (Protocol A Post =  $93.6 \pm 8.83$  mmHg vs Protocol B Post =  $104.8 \pm 20,75$  mmHg,  $p = 0.01$ ) (Figure 3G).

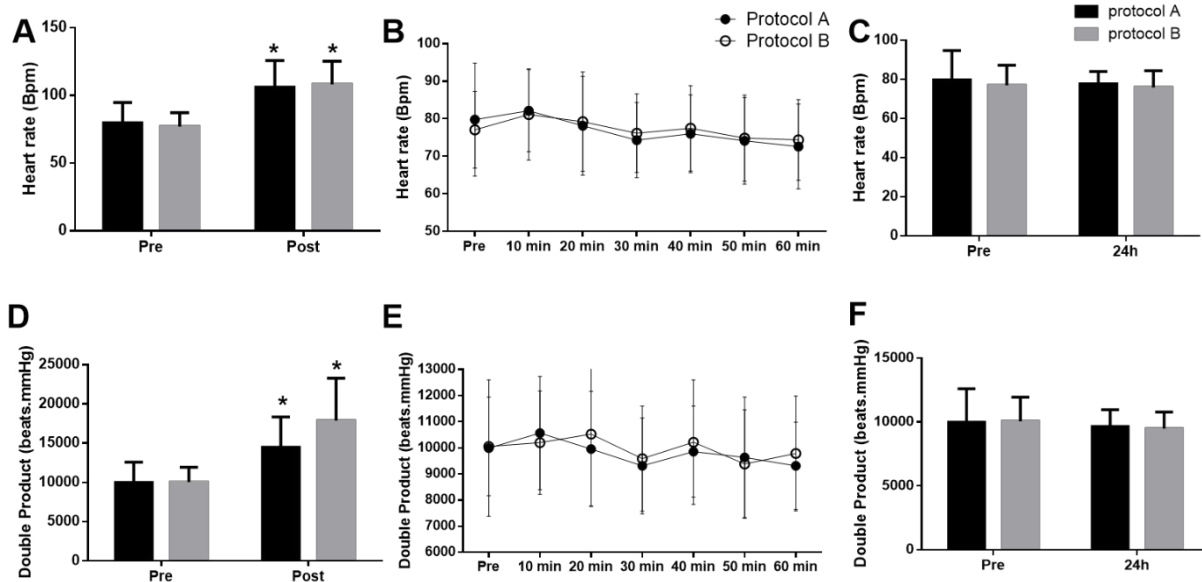
When analyzing the response of SBP, DBP and MAP for 1 hour and 24 hours after the exercise session, no significant changes in hemodynamic parameters were observed in either protocol.



**Figure 3. Hemodynamic responses of hypertensive elderly women submitted to different experimental protocols of isometric exercise.** (A) systolic blood pressure Pre (basal) and Post (final) isometric exercise. (B) systolic blood pressure for 1 hour post exercise. (C) systolic blood pressure 24 hours after experimental protocols. (D) diastolic blood pressure Pre and post experimental protocols. (E) Diastolic blood pressure for 1 hour post exercise. (F) diastolic blood pressure 24 hours after experimental protocols. (G) mean arterial pressure between Pre and Post experimental protocols. (H) Mean blood pressure for 1 hour post exercise. (I) mean arterial pressure 24 hours after protocols. Values are expressed as Mean  $\pm$  Standard Deviation (M  $\pm$  SD). \* Represents difference in relation to Pre and Post. # Represents the difference between the protocols, where  $p \leq 0.05$ .®

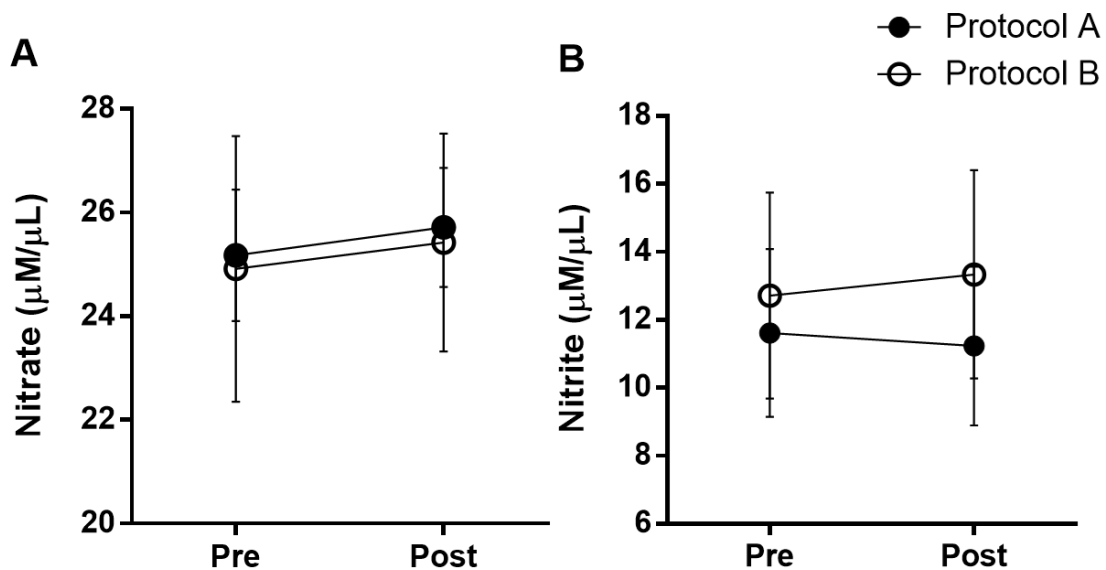
Heart rate was elevated in both experimental protocols (Protocol A: Pre =  $80.4 \pm 15.52$  bpm vs. Post =  $106.7 \pm 20.53$  bpm,  $p < 0.001$ ; Protocol B: Pre =  $77.08 \pm 10.67$  bpm vs Post =  $108.8 \pm 17.63$  bpm,  $p < 0.001$ ) (Figure 4A). When analyzing the difference between the groups and during the 1 hour after the experimental protocols (figure 4B) protocol A showed a greater reduction of the heart rate at 30, 50 and 60 minutes after exercise (Protocol A: Pre =  $80.4 \pm 15.52$  bpm vs 30 min =  $73.9 \pm 10.33$  bpm, vs 50min =  $73.83 \pm 11.99$  bpm vs 60min =  $72.58 \pm 11.77$  bpm,  $p < 0.001$ ). After 24 hours (Figure 4C), no statistical difference was observed.

The double product (DP) presented similar behavior, with significant increase immediately after the two experimental protocols (protocol A: Pre:  $10010.0 \pm 2727$  vs Post:  $14359 \pm 3987$  mmHg.bpm,  $p = 0.01$ ); protocol B: Pre:  $10018 \pm 1967$  vs. Post:  $17680 \pm 5580$  mmHg.bpm  $p < 0.001$ ) (figure 4D), the final value of DP in protocol B was significantly higher than A (protocol A: Post =  $14359 \pm 3987$  vs. Protocol B =  $17680 \pm 5580$  mmHg.bpm,  $p = 0.04$ ). No difference was found after 60 minutes following isometric exercise (figure 4E) and / or 24 hours after the experimental session (figure 4F).



**Figure 4. Hemodynamic responses of hypertensive elderly women submitted to different experimental protocols of isometric exercise.** (A) Heart rate Pre (basal) and Post (final) isometric exercise. (B) Heart rate for 1 hour post exercise. (C) Heart rate 24 hours after experimental protocols. (D) double product Pre and post experimental protocols. (E) double product for 1 hour post exercise. (F) double product 24 hours after experimental protocols. Values are expressed as Mean  $\pm$  Standard Deviation (M  $\pm$  SD). \* Represents difference in relation to Pre and Post. # Represents the difference between the protocols, where  $p \leq 0.05$ .®

No statistical differences were observed in nitrite and nitrate concentrations after the two experimental protocols (figure 5)



**Figure 5. Metabolic responses of nitrite and nitrate immediately after isometric exercise session.** (A) nitrate concentration in the plasma after experimental protocols. (B) nitrite concentration in plasma after experimental protocols. Values are expressed as Mean  $\pm$  Standard Deviation (M  $\pm$  SD).

#### 4 DISCUSSION

The objective of this study was to investigate the acute cardiovascular responses of isometric exercise equalized in density in the elderly hypertensive population (medication), in response to a protocol that involves large muscle mass.

No significant changes were observed in hemodynamic measures and nitrate and nitrite values immediately after or after 1 hour of the exercise session. The same occurred with the hemodynamic analyzes 24 hours after the exercise session, in both experimental protocols. However, when compared to the differences between the two protocols, we observed a statistically significant increase in the values of SBP, DBP and MAP in protocol B.

Our hypothesis is based on the theory that isometric exercise in the leg press could result in a greater magnitude (and possibly a higher rate) of resting blood pressure reduction in relation to bilateral leg extension exercise and / or wrist exercise (handgrip). This is mainly based on the fact that leg extensions and wrist flexion isolate the muscles and use a smaller muscle mass compared to leg press. In addition, evidence suggests that increased recruitment of the motor unit also increases the blood pressure response to exercise (Seals et al., 1993) due to

a greater physical deformation that stimulates the mechanoreceptors (Gálvez et al., 2000) and / or increased production of metabolites by activating the metaboreceptors (Iellamo et al., 1999).

Fundamentally greater muscle mass involved may result in increased endothelial stimulation, although the mechanisms that mediate endothelial function are not fully elucidated, it is thought that the stimulus for systemic changes and the reduction of resting BP may result from elevated changes in endothelial function. shear strength in the bioavailability and / or bioactivity of nitric oxide (CAREY; JIN; WANG, 2000).

However, the present study did not find the antihypertensive effect of isometric exercise performed acutely, although indications of this effect after a chronic training protocol date back to 1992 with studies by the Wiley group. His group published three very promising studies (WILEY 1992, TAYLOR, 2003 and PETERS, 2006) showing mean SBP reductions of 8 to 19 mmHg. Corroborating with the hypotensive effect hypothesis (MILLAR, 2014) indicated a mean SBP reduction of 10 to 13 mmHg and 6 to 8 mmHg of DBP, in exercise protocols of 4-minute series on handgrip or lower limb exercises, with intensity ranging from 20 to 50% of a maximal voluntary contraction. A recent study (SOMANI et al., 2017) observed an acute effect of isometric training in exercises involving handgrip and extensor chair after 10 weeks of training. Acutely, a study by Odriscoll et al. (2017), presented hemodynamic responses to an isometric exercise session involving large muscle groups of lower limbs, suggesting that the observed reductions in BP can be observed in isometric training programs.

Despite these data, the isometric exercise responses for hypertensive patients are still controversial. Studies using similar protocols did not obtain hypotensive effect after exercise session, as in the study by Millar et. al.(2010) (4x2min: 1 min / 8x1 min: 30s / 16x30s: 15s), in 12 healthy subjects, no hypotensive effect was observed from 5 to 30 min after exercise. Bocalini et al. (2013) in their study with 12 hypertensive elderly women proposed a protocol of 4 series of 5 contractions of 10 seconds, with different percentages of intensities (30% and 50% of MVC) and also did not observe hemodynamic reductions after exercise. Chronically, Pagonas et al. (2017), in 75 hypertensive patients, proposed isometric handgrip protocols five times a week (two contractions of 2 min at 30% of a maximal voluntary contraction in each arm), and did not observe alteration in the group that performed isometric exercise.

It is possible that from the current discussions about isometric exercise that some variable has been neglected and may have contributed to the contradiction between the results of several studies. A recent study emphasizes the importance of the training variable, density,



as a stress marker of the exercise (PAULO et al., 2017), presenting the need to equalize the density in a protocol of exercises that aim at hemodynamic responses. High values of density may influence higher hemodynamic responses mainly due to metabolic accumulation, this increase in concentration activates the peripheral chemoreceptors that elevate sympathetic activity and results in an increased heart rate, constricted vessel stimuli, resulting in increased peripheral vascular resistance and consequently of blood pressure. (PRICE; MOSS, 2007).

There are no studies in the literature that have controlled density in isometric exercises, our study seems to be the first to control this variable. The data obtained corroborate the importance of training density analysis, justified by the observation of differences in hemodynamic responses between the two proposed protocols, we found higher 24mmHg elevations of SBP in protocol B (16x30s: 24s), a protocol that presents a lower relation of volume (time of tension) with interval time, although there is the same total density (total effort + total pause). The results suggest that the short recovery time is responsible for significantly higher elevations. Physiologically, the smaller interval would be associated with the sum of the stimuli, both metabolic and neuronal firing, which would lead to a higher elevation compared to the protocol of longer intervals.

The work of Baum, Ruther and Essfeld (2003) corroborates this finding, since the researchers tested the 3-second intervals between the performances of dynamic resistive exercise, and showed a lower elevation when there was a longer interval between the sequence of repetitions. Like the work of LAMOTTE et. al. (2010), which showed an inverse relationship with pause and pressure peaks.

For a long time, the number of repetitions and the duration of the repetition were associated with pressure peaks (CASTINHEIRAS-NETO, COSTA-FILHO and FARINATTI, 2010), and / or attributed to the isometric component the direct relation with the PA elevation (SEALS; CHASE; TAYLOR, 1988; GOMIDES et al., 2010). However, it is worth emphasizing the importance of training density in the hypotensive responses of isometric exercises. More studies should be done in order to better analyze the influence of training density, the pauses between the series and the relation of these variables to the isometric exercise.

Ultimately, it is important to consider some limitations of this study. We did not directly analyze cardiac variables closely related to PEH, such as cardiac output and blood flow. In addition, we did not have a control group with different densities, and our sample was

relatively small. The study was characterized by the use of medicated hypertensive elderly volunteers, so the results presented in this study can not be generalizable to other populations. Further research is needed to examine the hypotensive effect of isometric exercise on protocols of different densities.

## 5 CONCLUSION

The findings of this study demonstrated different hemodynamic responses in isometric exercise protocols equalized in density. The results suggest that this variable may influence the post-exercise hypotensive response, since we found higher BP increases in protocol B (16x30s: 24s), a protocol that presents a lower volume ratio (time of tension) with interval time, despite the same total density (total effort + total pause). The results suggest that the short recovery time is responsible for significantly higher elevations. It is also possible to conclude that isometric exercise involving large muscle mass was safe, but a single exercise session was not able to stimulate a hypotensive effect and it was not able to cause stressors that reflected sufficient adaptations to support a post-exercise hypotensive effect.

## 6 REFERENCES

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 7<sup>a</sup> ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- BADROV, Mark B. et al. Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. **Psychophysiology**, [s.l.], v. 50, n. 4, p.407-414, 19 fev. 2013. DOI: 10.1111/psyp.12031
- BAUM, K; RUTHER, T; ESSFELD, D. Reduction of Blood Pressure Response During Strength Training Through Intermittent Muscle Relaxations. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 24, n. 6, p.441-445, ago. 2003. Georg Thieme Verlag KG. DOI: 10.1055/s-2003-41172.
- BOCALINI, Danilo et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. **Clinical Interventions In Aging**, [s.l.], p.649-655, jun. 2013. DOI: 10.2147/CIA.S40560
- BROOK, R. D. et al. Beyond Medications and Diet: Alternative Approaches to Lowering Blood Pressure. **Hypertension**, [s.l.], v. 61, n. 6, p.1360-1383, 22 abr. 2013. DOI: 10.1161/HYP.0b013e318293645f

CAREY; JIN; WANG. Nitric oxide: a physiological mediator of the type 2 (AT2) angiotensin receptor. **Acta Physiologica Scandinavica**, [s.l.], v. 168, n. 1, p.65-71, jan. 2000. DOI: 10.1046/j.1365-201x.2000.00660.x

CARPIO-RIVERA, Elizabeth et al. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], p.422-434, 2016. DOI: 10.5935/abc.20160064

CASTINHEIRAS-NETO, Antonio Gil; COSTA-FILHO, Irineu Rodrigues da; FARINATTI, Paulo Tarso Veras. Cardiovascular responses to resistance exercise are affected by load and intervals between series. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 95, n. 4, p.493-501, out. 2010. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/s0066-782x2010005000119.

CHODZKO-ZAJKO, Wojtek J. et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 41, n. 7, p.1510-1530, 2009. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A.. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal Of The American Heart Association**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.4473-4473, 31 dez. 2012. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1161/jaha.112.004473.

GÁLVEZ, José M. et al. Effect of muscle mass and intensity of isometric contraction on heart rate. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 88, n. 2, p.487-492, fev. 2000. American Physiological Society. DOI: 10.1152/jappl.2000.88.2.487

GHADIEH, AS; SAAB, B. Evidence for exercise training in the management of hypertension in adults. **Canadian Family Physician**. 2015;61(3):233-239. PMID: PMC4369613

GOMIDES, Ricardo S. et al. Atenolol blunts blood pressure increase during dynamic resistance exercise in hypertensives. **British Journal Of Clinical Pharmacology**, [s.l.], v. 70, n. 5, p.664-673, 12 jul. 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2125.2010.03742.x

IELLAMO, Ferdinando et al. Role of muscular factors in cardiorespiratory responses to static exercise: contribution of reflex mechanisms. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 86, n. 1, p.174-180, jan. 1999. **American Physiological Society**. DOI: 10.1152/jappl.1999.86.1.174

INDER, Jodie D et al. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. **Hypertension Research**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.88-94, 15 out. 2015. Springer Nature. DOI: 10.1038/hr.2015.111.

KRASCHNEWSKI, Jennifer L. et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15year cohort study of US older adults. **Preventive Medicine**, [s.l.], v. 87, p.121-127, jun. 2016. DOI: 10.1016/j.ypmed.2016.02.038

LAMOTTE, Michel et al. Acute cardiovascular response to resistance training during cardiac rehabilitation: effect of repetition speed and rest periods. **European Journal Of Cardiovascular**

Prevention & Rehabilitation, [s.l.], v. 17, n. 3, p.329-336, jan. 2010. SAGE Publications. DOI: 10.1097/hjr.0b013e328332efdd.

LOVELL, Dale I.; CUNEO, Ross; GASS, Greg C.. The blood pressure response of older men to maximum and sub-maximum strength testing. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, Queensland, v. 14, n. 1, p.254-258, 2011. DOI: 10.1016/j.jsams.2010.12.005

MCGOWAN, Cheri L. et al. Acute vascular responses to isometric handgrip exercise and effects of training in persons medicated for hypertension. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, Ontario, v. 363, n. 6, p.1797-1802, abr. 2006. DOI: 10.1152/ajpheart.01113.2005

MCGOWAN, Cheri L. et al. Isometric Handgrip as an Adjunct for Blood Pressure Control: a Primer for Clinicians. **Current Hypertension Reports**, [s.l.], v. 19, n. 6, p.1-8, 20 maio 2017. DOI:10.1007/s11906-017-0748-8.

MILLAR, Philip J.; PAASHUIS, Amanda; MACCARTNEY, Neil. Isometric handgrip effects on hypertension. **Current Hypertension Reviews**, Canada, v. 5, n. 5, p.54-60, maio 2009.

MILLAR, P. J.; MACDONALD, M. J.; MCCARTNEY, N.. Effects of Isometric Handgrip Protocol on Blood Pressure and Neurocardiac Modulation. **Int J Sports Med**, [s.i.], v.32, p.174-180, out. 2010. DOI: 10.1055/s-0030-1268473

MILLAR, Philip J. et al. Evidence for the Role of Isometric Exercise Training in Reducing Blood Pressure: Potential Mechanisms and Future Directions. **Sports Med**, Canterbury, n. 44, p.345-356, jan. 2014. DOI: 10.1007/s40279-013-0118-x

MIRANDA, Katrina M.; ESPEY, Michael G.; WINK, David A.. A Rapid, Simple Spectrophotometric Method for Simultaneous Detection of Nitrate and Nitrite. **Nitric Oxide**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.62-71, fev. 2001. Elsevier BV. DOI: 10.1006/niox.2000.0319.

MITCHELL J. H, et al., The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions. **J Physiol** 1980; 309: 45-54. PMID: PMC1274568

MORAES M. R, BACURAU R. F, CASARINI D. E, et al. Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. **J Strength Cond Res**. 2012;26(4):1122–1129. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31822dfc5e

MORAES-SILVA, I. C. et al. Preventive role of exercise training in autonomic, hemodynamic, and metabolic parameters in rats under high risk of metabolic syndrome development. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 114, n. 6, p.786-791, 17 jan. 2013. American Physiological Society. DOI: 10.1152/jappphysiol.00586.2012

NAGLE, Fj; SEALS, D R; HANSON, P. Time to fatigue during isometric exercise using different muscle masses. **Int J Sports Med**, [s.i.], v. 9, n. 5, p.313-315, out. 1988. DOI: 10.1055/s-2007-1025030

NAKAMURA, Fábio y et al. Estimating the Perceived Exertion Threshold Using the OMNI Scale. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 24, n. 6, p.1602-1608,

jun. 2010. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1519/jsc.0b013e3181d15658

O'DRISCOLL, Jamie M. et al. Acute cardiac functional and mechanical responses to isometric exercise in prehypertensive males. **Physiological Reports**, [s.l.], v. 5, n. 7, p.1-11, abr. 2017. Wiley-Blackwell. DOI: 10.14814/phy2.13236

PAGONAS, Nikolaos et al. Aerobic versus isometric handgrip exercise in hypertension. **Journal Of Hypertension**, [s.l.], v. 35, n. 11, p.2199-2206, nov. 2017. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1097/hjh.0000000000001445.

PAULO, Anderson Caetano et al. Blood pressure response during resistance training of different work to rest ratio. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], p.1-23, jun. 2017. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002074

PESCATELLO, Linda S. et al. Exercise and Hypertension. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.533-553, 2004. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a.

PESCATELLO, Linda S. (Ed.). **ACM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 9. ed. [s.i]: Acm's, 2013. 480 p.

PETERS, Paul G. et al. Short-term isometric exercise reduces systolic blood pressure in hypertensive adults: Possible role of reactive oxygen species. **International Journal Of Cardiology**, [s.l.], v. 110, n. 2, p.199-205, jun. 2006. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ijcard.2005.07.035.

PRICE, Mike; MOSS, Paul. The effects of work: rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. **Journal Of Sports Sciences**, [s.l.], v. 25, n. 14, p.1613-1621, dez. 2007. DOI: 10.1080/02640410701287248

SEALS, D. R.; CHASE, P. B.; TAYLOR, J. A.. Autonomic mediation of the pressor responses to isometric exercise in humans. **Journal Of Applied Physiology**, [s.i.], v. 68, n. 5, p.2190-2196, maio 1988. DOI: 10.1152/jappl.1988.64.5.2190

SEALS D. R. Influence of force on muscle and skin sympathetic nerve activity during sustained isometric contractions in humans. **J Physiol** 1993; 462: 147-59. PMID: PMC1175294

SHEPHARD, R. J. et al. Handgrip dynamometry, Cybex measurements and lean mass markers of the ageing of muscle function. **Br J Sp Med**, Toronto, v. 25, n. 4, p.204-208, nov. 1991. PMID: PMC1479045

SOMANI, Yasina B et al. Acute Response to a 2-Minute Isometric Exercise Test Predicts the Blood Pressure-Lowering Efficacy of Isometric Resistance Training in Young Adults. **American Journal Of Hypertension**, [s.l.], p.1-7, 27 set. 2017. Oxford University Press (OUP). DOI: 10.1093/ajh/hpx173.

TAYLOR, Andrea C. et al. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.251-256, fev. 2003. DOI: 10.1249/01.MSS.0000048725.15026.B5

TIBANA, R. et al. Correlation between Acute and Chronic 24-Hour Blood Pressure Response to Resistance Training in Adult Women. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 36, n. 01, p.82-89, 21 ago. 2014. DOI: 10.1055/s-0034-1382017

TSUKIYAMA, Yorika et al. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. **Journal Of Clinical Biochemistry And Nutrition**, [s.l.], v. 60, n. 3, p.180-186, 2017. DOI: 10.3164/jcbn.16-108

WILEY, R. , et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. **Medicine & Science In Sports & Exercise**. 1992;24:749–54. PMID: 1501558

## 4.2 Capítulo 2

Revista: Arquivos Brasileiros de Cardiologia (Qualis B2 e fator de impacto: 2,356)

### **Respostas hemodinâmicas e autonômicas de idosas hipertensas diante do teste de força máxima (1RM)**

#### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Não existe um consenso sobre a segurança em submeter a população idosa e hipertensa a um teste de esforço máximo. Para a prescrição do treinamento de forma adequada e controle durante a periodização, faz-se necessário a avaliação da força muscular. **OBJETIVO:** Avaliar os riscos cardiovasculares agudos e os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos com o teste de força máxima. **MÉTODOS:** A amostra foi composta por 7 idosas ( $68 \pm 4$  anos) submetidas ao teste de força de 1 repetição máxima (1RM). Foram analisadas as respostas hemodinâmicas e autonômicas imediatamente após e 24h após. **RESULTADOS:** Os valores hemodinâmicos de pressão arterial sistólica, pressão arterial média e duplo produto apresentaram elevações significativas imediatamente após o teste. Em relação aos valores autonômicos, no domínio da frequência o componente de alta frequência apresentou redução significativa nas 24h após o teste. **CONCLUSÃO:** O teste de 1RM se mostrou um protocolo eficiente para avaliação de carga máxima em idosas hipertensas sem predisposição de risco em relação as respostas hemodinâmicas. Em relação ao sistema nervoso autônomo, os resultados sugerem que o exercício agudo de alta intensidade contribui para o controle do sistema nervoso simpático.

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** There is no consensus on safety in subjecting the elderly and hypertensive population to a maximal strength test. In order to adequately prescribe training and control during periodization, it is necessary to evaluate muscular strength. **OBJECTIVE:** To evaluate the acute cardiovascular risks and the possible physiological mechanisms involved in the maximal strength test. **METHODS:** The sample consisted of 7 elderly women ( $68 \pm 4$  years) submitted to the 1 repetition maximum strength test (1RM). Hemodynamic and autonomic responses were analyzed immediately after and 24 hours after. **RESULTS:** The hemodynamic values of systolic blood pressure, mean arterial pressure and double product showed significant elevations immediately after the test. Regarding the autonomic values, in the frequency domain the high frequency component presented a significant reduction in the 24 hours after the test. **CONCLUSION:** The 1RM test proved to be an efficient protocol for assessing maximal load in hypertensive women without risk predisposition in relation to hemodynamic responses. Regarding the autonomic nervous system, the results suggest that the acute exercise of high intensity contributes to the control of the sympathetic nervous system

## **1 INTRODUÇÃO**

Os testes de força são amplamente utilizados para individualizar a prescrição de treinamento, particularmente o treinamento resistido(1). Durante o teste máximo para suprir a necessidade metabólica e homeostasia tecidual, adaptações autonômicas, cardiopulmonares e metabólicas são necessárias(2). O corpo se adapta de tal forma a demanda exigida, que estudos clássicos relatam aumentos de até 91% na pressão arterial (PA) média durante testes de 1RM(3). Entretanto, deve-se ter cuidado com o aumento exacerbado da PA durante teste máximo, pois essa elevação pode ocasionar problemas graves, como ruptura de aneurismas cerebrais pré-existentes, causando hemorragias subaracnóide e acidente vascular encefálico. Este risco é potencializado em indivíduos cardiopatas, especialmente hipertensos, pois os mesmos possuem maiores chances de desenvolver um aneurisma que os normotensos(4).

Uma das intervenções não farmacológicas mais eficientes para o tratamento da hipertensão é o treinamento resistido, pois o mesmo parece ter efeito benéfico sobre as disfunções cardiovasculares, colaborando para a redução da pressão arterial em indivíduos idosos(5). Apesar de o treinamento resistido ser recomendado para as pessoas idosas, pelo seu efeito hipotensor, ainda há carência de dados científicos e muitas controvérsias sobre o assunto.

Dentre os possíveis mecanismos responsáveis por esse efeito, os estudos têm destacado o papel do sistema nervoso autônomo. Alguns estudos chegaram à conclusão de que o treinamento altera a atividade nervosa simpática, diminuindo a atividade simpática e aumentando a atividade parassimpática (6)(7).

O treinamento, nesse sentido, pode melhorar o controle da PA, por meio do arco reflexo (barorreflexo), modulando a atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático e conseqüentemente diminuindo a resistência vascular periférica e aumentando a resposta vasodilatadora(8). Diante do exposto, fica claro a necessidade de se determinar os riscos cardiovasculares agudos e os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos com o teste máximo. A partir dessa lacuna este artigo objetiva avaliar a magnitude dos riscos cardiovasculares imediatos na população idosa hipertensa submetida ao teste máximo de 1RM e quais as implicações no sistema autônomo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**



- **Amostra**

Trata-se de um estudo experimental, descritivo e prospectivo. A amostra foi composta por 7 (sete) idosas com idade média de  $68 \pm 4$  anos, diagnosticadas com hipertensão controlada (estágio 1), pelos respectivos médicos e confirmadas pela medição da pressão arterial (PA) durante os encontros, que faziam uso regular de medicamento(s) para controle da doença. As voluntárias foram selecionadas por conveniência dentro do universo de mulheres hipertensas e sedentárias (que não realizavam nenhum treinamento físico nos últimos 6 meses que antecederam ao estudo, porém que tivessem experiência com os exercícios propostos) residentes na área circunvizinha da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Para participar do estudo voluntariamente aceitaram assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e apresentaram a liberação do médico cardiologista para praticar exercícios de baixa a moderada intensidade. Não participaram do estudo as voluntárias com hipertensão não controlada, ou aquelas que se enquadrariam a partir do estágio 2 de hipertensão, histórico recente de infarto do miocárdio, portadoras de diabetes *mellitus*, bem como aquelas com problemas de natureza ortopédica que impunham limitações a qualquer movimento corporal.

Após a aprovação do Comitê de Ética local o estudo foi realizado de setembro a outubro de 2015 com um total de três encontros (sessões), a primeira foi realizado os testes preliminares (realização de anamnese, aplicação do IPAQ, medidas antropométricas, hemodinâmicas, autonômicas e de composição corporal), a segunda sessão foi realizado o teste de 1RM e a terceira sessão foi realizado foi observada a resposta 24 horas após a sessão de exercício dos parâmetros hemodinâmicos e autonômicos.

- **Análise da composição corporal**

Uma balança Filizola® com estadiômetro, modelo Personal, foi utilizada para mensurar a massa corporal e estatura. A avaliação da composição corporal foi feita pela Bioimpedância Elétrica tetra-polar (MALTRON BF-960) obedecendo a todos os requisitos necessários para sua realização (9), foram analisadas as medidas de porcentagem de gordura, peso de gordura, porcentagem de massa magra, peso de massa magra, taxa metabólica basal e porcentagem de água corporal

- **Análise hemodinâmica**

O método oscilométrico foi utilizado para medidas da pressão arterial e frequência cardíaca antes do teste (10 minutos de repouso) e imediatamente após cada série de tentativas.

As participantes do estudo foram orientadas a abster-se da prática de esforço físico, do tabagismo e do consumo de cafeína durante as 24 horas antecedentes aos dias das avaliações com esforço e do dia do treinamento. O método oscilométrico automático com aparelho digital (Omron HEM-742 Automático) foi adotado para medidas da pressão arterial e frequência cardíaca após 10 minutos de repouso sentado antes de cada sessão de encontro (5).

- **Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca**

Para medidas da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) basal foi utilizado o aparelho de eletrocardiograma (Wincardio-MICROMED 600HZ), com as participantes mantidas em decúbito dorsal durante 10 minutos durante 3 períodos: Basal, depois de 60 minutos e 24 horas do término do exercício

Os índices de VFC foram obtidos pela análise dos intervalos entre as ondas R, captados sensores externos colocados em pontos específicos do corpo, conforme proposto por (10). Os dados obtidos no eletrocardiograma foram colocados no programa *kubios* HRV para análise da variabilidade da frequência cardíaca nos domínios do tempo e da frequência, o método de análise dos registros espectrais adotado foi a da Transformada Rápida de *Fourier* (TRF).

Foram calculadas a variância do total do intervalo de pulso (IP). Também foi calculada, como indicador da modulação vagal no domínio do tempo, a raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças sucessivas entre intervalos R-R adjacentes (RMSSD). A potência foi obtida usando-se o Método do Periodograma de *Welch* em séries de 512 pontos das séries temporais decimadas de intervalo de pulso e pressão arterial, com uma janela *Hanning* de 512 pontos e com 50% de sobreposição (MATLAB 6.0, Mathworks, Inc).

As potências para as bandas de baixa (VLF, 0,0-0,04 Hz; modulação humoral), baixa (LF, 0,04-0,15 Hz; modulação simpática) e alta (HF, 0,15-0,4 Hz; modulação parassimpática) frequências foram calculadas pela integração da potência nas bandas de interesse. Para normalização, as potências das bandas de LF e HF foram divididas em variância total e subtraídas da potência na banda VLF(11)

- **Teste de força máxima**

O teste de força máxima foi adaptado do protocolo proposto por (12). O teste foi realizado nos exercícios supino reto e *leg press*, nesta ordem, objetivando encontrar a maior carga capaz de permitir a realização de 1 repetição máxima correta em cada, com intervalos de 5 minutos entre as tentativas. O teste no *leg press* somente ocorreu após a conclusão do teste no supino reto. Foram realizados aquecimentos específicos no aparelho, um com carga relativa para 15 repetições e o outro com carga relativa para 10 repetições. Foi utilizado cálculo para predição da carga de 1 RM (equação de Brzycki), a 90% do previsto para iniciar o teste(13).

As praticantes foram orientadas para não realizarem manobras de valsalva durante os exercícios, tendo em vista o objetivo de evitar picos pressóricos indesejados e também para minimizar o aumento de potenciais riscos de eventos agudos. Para estabelecer a intensidade do teste foi utilizada à escala subjetiva de percepção de esforço (escala de Omni) (14).

- **Análise estatística**

A análise estatística foi realizada através do programa GraphPadPrism® versão 6.01. A análise da normalidade foi feita pelo teste de Shapiro-Wilk, acompanhada da análise de variância pela ANOVA one-way para medidas repetidas, seguida pelo teste de Bonferroni para comparações múltiplas, considerando a medida PRÉ-TESTE como coluna controle para comparação das medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS. O nível de significância foi adotado para  $p \leq 0,05$  e os resultados expressos como Média±Desvio Padrão (M±DP).

### 3 RESULTADOS

As características gerais das idosas hipertensas são apresentadas na tabela 1, sendo constituída por medidas da composição corporal e idade. Todas as voluntárias faziam uso de mais de um medicamento como forma de controle da pressão arterial, a tabela 2 apresenta os medicamentos mais utilizados

Tabela 1. Caracterização geral das idosas hipertensas participantes do estudo (N=7).

Idade (anos)	67±5,7
Massa Corporal (kg)	56,6±13,0
Estatura (centímetros)	149,9±8,8
I.M.C (kg/m <sup>2</sup> )	25,0±3,8
% Gordura	33,6±7,2
% Massa Magra	66,3±7,2

I.M.C.= Índice de Massa Corpórea; R.C.Q.= Relação Cintura Quadril. Os valores são expressos como Média±Desvio Padrão (M±DP).

Tabela 2: Relação de fármacos para controle da hipertensão

Betabloqueador	22%
Inibidor Ca Dihidroiridínicos	0%
Inibidor Ca não Dihidroiridínicos	22%
Bloqueador AT1 da angiotensina II	22%
Inibidor do ECA	33%
Diuréticos	22%
Inibidor de prostaglandinas	11%

Ca= cálcio; ECA= enzima conversora de angiotensina

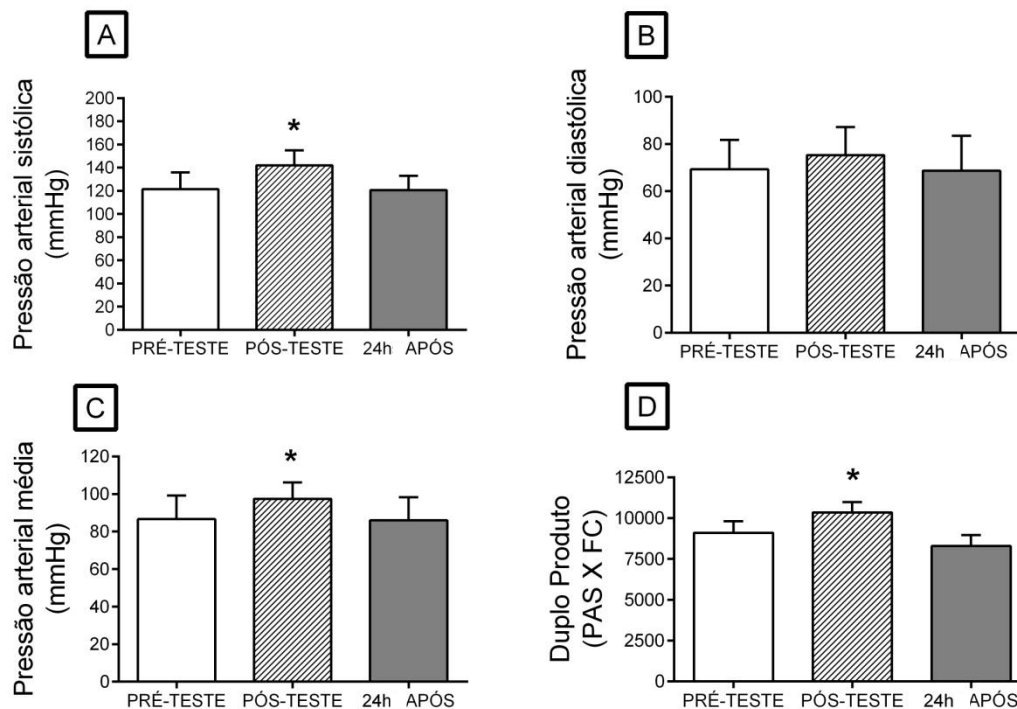
A carga total durante o teste de 1RM no supino reto foi de 25,41±5,41kg e no *leg press* foi de 75,24±12,72 kg, o equivalente a um esforço 133% do peso corporal durante a realização do *leg press*.

As pressão arterial sistólica (PAS) exibiu aumento significativo em resposta ao teste, sendo tal aumento detectado apenas no momento imediatamente após sua realização (PRÉ-TESTE = 121,4±14,5 mmHg vs PÓS-TESTE 142,0±13,0 mmHg, sendo  $p=0,124$ ; e 24h APÓS = 120,7±12,2 mmHg), conforme figura 1A.

A pressão arterial diastólica (PAD) não apresentou alterações frente ao teste de 1RM em idosos hipertensas tratadas (PRÉ-TESTE = 69,3±12,4 mmHg vs PÓS-TESTE = 75,3±11,9 mmHg vs 24h APÓS = 68,7±14,8 mmHg,  $p = 0,2376$ ) (Figura 1B).

Houve aumento da pressão arterial média (PAM) em resposta ao teste, observado pela medida imediatamente após a realização dos exercícios (PRÉ-TESTE = 86,7±12,6 mmHg vs PÓS-TESTE 97,4±8,8 mmHg, sendo  $p=0,296$ ; e 24h APÓS = 86,0±12,4 mmHg), conforme figura 1C.

Os valores representativos do duplo produto (DP) apresentaram alterações em decorrência do teste de 1RM, sendo possível detectar aumento expressivo imediatamente após a realização do teste de força máxima (PRÉ-TESTE = 9103±707,5 vs PÓS-TESTE = 10343±645,3, sendo  $p = 0,0026$ ; e 24h APÓS = 8209±678,6), conforme figura 1D.



**Figura 1. Respostas hemodinâmicas de idosas hipertensas tratadas medidas antes (PRÉ-TESTE), imediatamente após (PÓS-TESTE) e 24 horas após (24h APÓS) o teste de força máxima de 1RM.** O painel “A” exibe o aumento da pressão arterial sistólica imediatamente após (PÓS-TESTE) a realização do teste. O painel “B” exibe a manutenção dos valores de pressão arterial diastólica obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. O painel “C” demonstra o aumento da pressão arterial média na comparação entre PRÉ-TESTE vs PÓS-TESTE. No painel “D”, o duplo produto apresentou aumento imediatamente após a realização do teste de força máxima. Os valores são expressos como Média±Desvio Padrão (M±DP). \* representa diferença em relação ao PRÉ-TESTE, onde  $p \leq 0,05$ .®

As respostas da modulação autonômica foram avaliadas a partir da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), cujos índices são relacionados ao domínio da frequência e ao domínio do tempo. Em relação ao domínio da frequência, o componente de baixa frequência *Low frequency* – LF) apresentou modificações significativas frente a teste de 1RM após 24 horas (PRÉ-TESTE=  $497,1 \pm 242,7 \text{ ms}^2$ . vs 24h APÓS=  $130,1 \pm 5379 \text{ ms}^2$   $p=0,01$ .), conforme figura 2A.

O componente de alta frequência (*high frequency* – HF) também não apresentou alterações significativa após o teste de 1RM em idosas hipertensas (PRÉ-TESTE=  $157,9 \pm 72,65 \text{ ms}^2$  vs PÓS-TESTE=  $425,6 \pm 175,1 \text{ ms}^2$  e 24h APÓS=  $123,9 \pm 34,67 \text{ ms}^2$ .), conforme figura 2B.

Por conseguinte a relação entre LF/HF não apresentou alterações significativas (PRÉ-TESTE=  $1,93 \pm 1 \text{ ms}^2$  vs PÓS-TESTE=  $1,67 \pm 0 \text{ ms}^2$  e 24h APÓS=  $1,16 \pm 0 \text{ ms}^2$ .), conforme figura 2C.



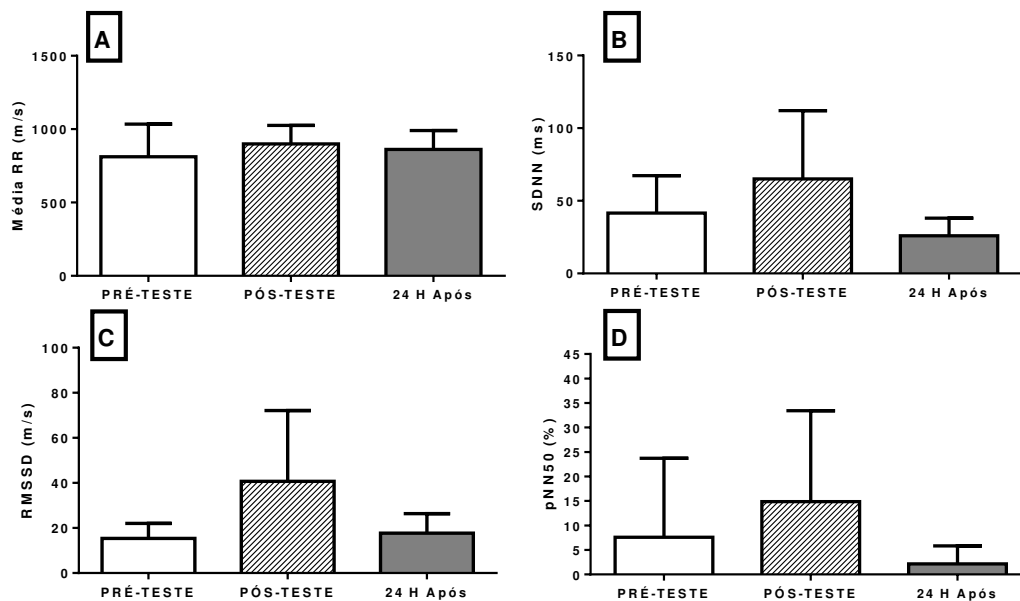
**Figura 2. Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca, no domínio da frequência, medidas antes (PRÉ-TESTE), imediatamente após (PÓS-TESTE) e 24 horas após (24h APÓS) o teste de força máxima de 1RM.** O painel “A” exibe a manutenção do componente de baixa frequência (*Low frequency* – LF) obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e redução 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. O painel “B” demonstra a manutenção do componente de alta frequência (*High Frequency* – HF), obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. O painel “C” expõe a manutenção da relação entre LF/HF, obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. Os valores são expressos como Média±Erro Padrão (M±EP). \* representa diferença em relação ao PRÉ-TESTE, onde  $p \leq 0,05$ .®

Os índices de VFC no domínio do tempo (média RR, SDNN, RMSSD, pNN50) não se modificaram quando comparados os valores PRÉ-TESTE, PÓS-TESTE e 24h APÓS. A média RR não apresentou mudanças significativas em decorrência ao teste de 1RM (PRÉ-TESTE= 811,5±222 ms vs PÓS-TESTE=898,9±126 ms e 24h APÓS= 861,7±129 ms.), conforme figura 3A.

O índice estatístico SDNN não apresentou alteração frente ao teste de força máxima em idosas hipertensas tratadas (PRÉ-TESTE= 41,56±25 ms vs PÓS-TESTE=65,03±47 ms e 24h APÓS= 25,9±12 ms.), conforme figura 3B.

O RMSSD também não apresentou mudanças significativas diante do teste de 1RM (PRÉ-TESTE= 15,4±6 ms vs PÓS-TESTE=40,6±31 ms e 24h APÓS= 17,6±8 ms.), conforme figura 3A.

O índice pNN50 não apresentou também diferença estatística (PRÉ-TESTE= 7,6±16 % vs PÓS-TESTE=14,8±18 % e 24h APÓS= 2,1±3,6 %.), conforme figura 3A.



**Figura 3. Resposta da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo, medidas antes (PRÉ-TESTE), imediatamente após (PÓS-TESTE) e 24 horas após (24h APÓS) o teste de força máxima de 1RM.** O painel “A” representa a manutenção as respostas da variabilidade da frequência cardíaca do componente da Média RR, obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. O painel “B” exibe a manutenção do componente de SDNN, obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. O painel “C” expõe a não variação do componente de RMSSD, obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. O painel “D” representa a manutenção do componente pNN50, obtidos pelas medidas PÓS-TESTE e 24h APÓS, na comparação com o PRÉ-TESTE. Os valores são expressos como Média±Desvio Padrão (M±DP). \* representa diferença em relação ao PRÉ-TESTE, onde  $p \leq 0,05$ .®

## DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi observar os efeitos hemodinâmicos e respostas autonômicas causados pelo teste de carga máxima (teste de 1RM) em idosas hipertensas, constatamos que existe um baixo risco cardiovascular agudos. Os valores hemodinâmicos revelam um média de PAS entre o período de repouso e após o teste que ficam abaixo dos valores de risco estipulados na literatura. O ACSM (2004) em suas diretrizes preconiza que um exercício físico não pode causar uma elevação da PAS e PAD superior 220 e 110 mmHg (respectivamente), para pessoas hipertensas, valores que ficaram bem distantes dos encontrados após o teste de 1RM do presente estudo. Se levarmos em consideração um dado nacional o teste também se mostrou seguro. A Sociedade Brasileira de Hipertensão(5) preconiza nas que os valores de PAS e PAD não podem ser superiores a 205 e 110 mmHg, respectivamente.

Em relação aos momentos PRÉ-TESTE, PÓS-TESTE e 24h APÓS os resultados revelaram um aumento da PAS, porém esse resultado não demonstra risco cardiovascular

agudo apenas apresenta uma mudança do estado de repouso para um estado de exercício. Este aumento da PAS é resultante do aumento do débito cardíaco que acompanha os aumentos na intensidade do exercício e proporciona um fluxo rápido do sangue para musculatura que está sendo trabalhada (15). Desta maneira, podemos assumir que o aumento da pressão arterial sistólica é necessário e, auxilia no processo de oferta de nutrientes pelo sistema cardiovascular, e está diretamente relacionado com aumento do débito cardíaco(15). Tudo isso é justificado pelas variáveis que concorrem para a elevação da PA e que se manifestam durante a atividade física de elevada intensidade, como a ativação de quimiorreceptores por fadiga periférica.

Os quimiorreceptores juntamente com os mecanoreceptores são responsáveis pelo controle cardiovascular durante o exercício principalmente por meio de ativação do sistema nervoso simpático(16), permitindo um maior fluxo sanguíneo para musculatura exercitada.

Já os valores da PAD não sofreram alterações em relação aos valores PRÉ-TREINO, PÓS-TREINO e 24h APÓS, justificando também uma regulação hemodinâmica normal ao exercício, mesmo este sendo de alta intensidade com idosas hipertensas. É de se esperar que fisiologicamente a pressão arterial diastólica praticamente não se altera durante o exercício, pois a mesma reflete a pressão nas artérias quando o coração está em “repouso” e, não se espera que durante o exercício, qualquer fator altere a pressão arterial durante a fase de relaxamento, ou seja, durante a diástole.(17) O sistema nervoso simpático estimula uma vasoconstrição dos tecidos que não estão sendo exercitados e uma vasodilatação dos músculos em atividade, que é tanto maior quanto for a densidade capilar local. A vasodilatação do músculo esquelético diminui a resistência periférica ao fluxo sanguíneo permitindo um maior fluxo sanguíneo e de nutrientes para o tecido em atividade. (18)

O *American College of Medicine Sports*(19) em suas diretrizes preconiza também o quanto a PAD pode alterar durante o exercício físico, que não pode ser superior a 20 mmHg. Valor este que não foi observado durante o teste de 1 RM, o que demonstra uma segurança na resistência vascular periférica.

Em relação a PAM, que se caracteriza pela média da pressão durante todo ciclo cardíaco, observamos também um aumento significativo em relação aos valores PRÉ-TREINO, PÓS-TREINO e 24h APÓS. O seu resultado está relacionado com os valores da PAS e PAD, apesar de ser mais influenciado pela PAD o aumento da PAS pode ocasionar um aumento da PAM (20).



O DP apresentou elevação em relação ao PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE, resposta esperada fisiologicamente durante um exercício, já que o aumento do estímulo simpático ocasiona aumento da FC, no volume sistólico, no débito cardíaco e, em alguns casos na resistência sistêmica(21). O DP é considerado o melhor método não invasivo para se avaliar o trabalho do miocárdio, durante o repouso ou esforços físicos, por apresentar um índice forte de correlação ( $r=0,88$ ) com o consumo de oxigênio do miocárdio (MVO<sub>2</sub>) (22). Apesar da elevação dos valores PRÉ-TREINO e PÓS-TREINO os resultados obtidos no nosso teste de 1RM não são indicativos de risco, segundo Fornitano e Godoy(22) o risco cardiovascular agudo aumenta quando os valores do DP são superiores a 30.000 mmHg.bpm. O duplo produto não depende apenas da intensidade, mas o tipo e a duração do exercício podem influenciar o comportamento do DP (20). Nesse artigo supracitado os autores afirmam que o treino aeróbico pode elevar muito mais os valores do DP e exercícios com 1 RM e 6 RM ofereceriam menor risco cardíaco do que exercícios de 20 RM.

Libardi e colaboradores(23), corroboram com nosso achado em seu estudo com 14 indivíduos do sexo masculino, saudáveis e treinados, com idade entre 18 e 28 anos, no exercício extensão de joelhos. Eles avaliaram as respostas hemodinâmicas em teste de 1RM e 10 RM e não encontraram respostas cardiovasculares excessivas.

O estudo de Lovell, Cuneo e Gass(24)com idosos, mostrou também dados semelhantes ao presente estudo, no que se refere o teste de 1 RM. Em sua pesquisa utilizaram 24 homens com idade entre 70 e 80 anos com o objetivo de avaliar as respostas hemodinâmicas num teste de força máximo e submáximo. Foi constatado que o teste submáximo apresentou maiores mudanças de pressão arterial e frequência cardíaca em comparação com o teste de 1RM. Segundo eles o estresse cardiovascular menor experimentado no teste máximo demonstra o mesmo pode ser um método mais seguro para avaliação da carga máxima em idosos.

Quanto ao controle autonômico, analisamos a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma variável muito importante para verificar a integração do sistema nervoso e do sistema cardiovascular. Porém até o presente momento, poucos estudos investigaram o efeito do teste de 1 RM sobre a VFC, em sua maioria avaliam o efeito de diferentes intensidades nas respostas hemodinâmicas. Encontramos uma diminuição da ativação simpática após 24h do teste, confirmando que o exercício de forma aguda já colabora para o controle da VFC. Lima e colaboradores (25) corroboram com nosso achado quando compararam um protocolo de

treino submáximo e máximo, e constata o aumento do estímulo simpático e redução do parassimpático após exercícios agudo de força para tronco e membro superiores, concluíram também que a alteração da modulação autonômica é maior após exercício de força mais intenso.

Um estudo que corrobora com os achados é o de Figueiredo (26), quando ele avalia o efeito da intensidade na resposta da variabilidade da frequência cardíaca. Nesse estudo ele compara a resposta aguda frente as intensidades diferentes (60%, 70% e 80% de 1RM) e constata a maior resposta do tônus simpática não foi na sessão mais intensa e sim após a sessão de treino de força a 70% de 1RM. Demonstrando que a intensidade não é um fator de risco que predispõe um descontrole das respostas autonômicas.

Alguns estudos demonstram que possivelmente o volume pode promover um maior estresse cardíaco aumentando o tônus simpático(26). Justificado por maior ativação dos metaborreceptores, mecanorreceptores a baroreflexo arterial, devido à redução no fluxo sanguíneo para a musculatura ativa e o aumento na resistência vascular periférica induzida pela oclusão mecânica do fluxo sanguíneo(27). Esses resultados tem uma importante aplicação na prática clínica, pois o aumento na atividade simpática acompanhado da redução na atividade parassimpática aumenta o risco de eventos cardiovasculares em pacientes com doença cardiovascular (28).

Em última análise, é importante considerar as limitações deste estudo, as voluntárias do estudo faziam uso de diversos medicamentos com diferentes ações no controle da pressão arterial. Estudos como o de Gomides e colaboradores(29) e Miguel e colaboradores (30) com atenolol e propranolol (betabloqueadores) e o de Souza e equipe(4) com amlodipina (bloqueador dos canais de cálcio, classe das dihidropiridinas), relatam a interferência na redução dos valores da pressão arterial e frequência cardíaca durante o exercício de resistência. Apesar disso os dados deste estudo tem uma grande contribuição na clínica quando apresenta a segurança para idosas hipertensas controladas realizarem teste de esforço máximo para controle de cargas de treinamento, além de demonstrar o efeito agudo do exercício de alta intensidade no controle autonômico de idosas hipertensas. Uma vez que, devido ao envelhecimento a hiperatividade do sistema nervoso simpático contribui para aumentar os valores de pressão arterial ao longo da vida(8).

## **5 CONCLUSÃO**

De forma geral conclui-se que o teste de 1RM é um protocolo eficiente para avaliação de carga máxima em idosas hipertensas e que o mesmo é seguro em relação as respostas hemodinâmicas e ao sistema nervoso autônomo imediatamente após o teste e com indicativos de atenuação do controle autonômico após 24h de exercício máximo. E para os idosos o melhor controle do sistema nervoso simpático significa um melhor controle das elevações de pressão arterial.

## Referências

1. Tibana RA, Balsamo S, Prestes J. Associação entre Força Muscular Relativa e Pressão Arterial de Repouso em Mulheres Sedentárias. *Rev Bras Cardiol* [Internet]. 2011;24(3):408–9. Available from: [http://www.rbconline.org.br/wp-content/uploads/r3\\_11-04-ao-ramires.pdf%5Chttp://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9781107415324A009](http://www.rbconline.org.br/wp-content/uploads/r3_11-04-ao-ramires.pdf%5Chttp://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9781107415324A009)
2. Maior AS, Druck G, Oliveira WB De, Menezes P, Marques-neto SR. Influência da Intensidade e do Volume do Treinamento Resistido no Comportamento Autonômico Cardíaco. 2009;22(4):201–9.
3. Macdougall JD, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. 1985;
4. Souza DR, Gomides RS, Costa LAR, Queiroz ACC, Barros S, Ortega KC, et al. Amlodipine reduces blood pressure during dynamic resistance exercise in hypertensive patients. 2013;1–8.
5. Brasileira S. 7ª diretriz brasileira de hipertensão arterial. 2016;107.
6. Trevizani GA, Seixas MB, Benchimol-barbosa PR. Copyright<sup>a</sup> 2017 National Strength and Conditioning Association.
7. Oliveira A De, Dantas M, Cristina A, Marques O, Nascimento S, Amparo M, et al. Regular physical exercise improves cardiac autonomic and muscle vasodilatory responses to isometric exercise in healthy elderly. 2017;1021–8.
8. Mostarda C, Wichi R, Sanches IC, Rodrigues B, De Angelis K, Irigoyen MC. Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico Hypertension and autonomic modulation in olders: role of exercise training. *Rev Bras Hipertens*. 2009;16(1):55–60.
9. Guedes DP. Procedimentos clínicos utilizados para análise da composição corporal. 1980;113–29.
10. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD de, Godoy MF de. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* [Internet]. 2009;24(2):205–17. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-76382009000200018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-76382009000200018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
11. Variability HR. Heart Rate Variability. 2017;1–46.
12. Protocolo 1RM\_Baechle e Earle (1).pdf.
13. Amarante M, Cyrino ES, Nakamura FY. Validation of the Brzycki equation for the estimation of 1-RM in the bench press. 2007;13:40–2.

14. Science S. FABIO Y. NAKAMURA,. 2010;1602–8. Available from: 10.1519/JSC.0b013e3181d15658
15. Polito MD, Farinatti PDTV. Comportamento da pressão arterial após exercícios contra-resistência: Uma revisão sistemática sobre variáveis determinantes e possíveis mecanismos. *Rev Bras Med do Esporte*. 2006;12(6):386–92.
16. Roseguini BT. Atenuação do metaboreflexo muscular em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. 2006;
17. Gerage AM, Polito MD, Londrina UE De, Celso R, Cid G. Influência do Estado de Treinamento Sobre o Comportamento da Pressão Arterial Após uma Sessão de Exercícios com Pesos em Idosas Hipertensas Resistance Training Session in Hypertensive Older Females. 2010;16:103–6.
18. Alonso D de O, Forjaz CL de M, Rezende LO, Braga AMFW, Barretto ACP, Negrão CE, et al. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. *Arq Bras Cardiol [Internet]*. 1998;71(6):787–92. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0066-782X1998001200008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X1998001200008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
19. guide line acms hipertensyn 2004.pdf.
20. Polito MD. Respostas de frequência cardíaca , pressão arterial e duplo- - produto ao exercício contra-resistência : uma revisão da literatura. 2003;3:79–91.
21. Farinatti P. Estudo da frequência cardíaca , pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupament .... pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes pressure and rate pressure product. 2003;(August 2016).
22. Importante G. Luis Domingos Fornitano. 2006;86:138–44.
23. Al ET. Comparação de Testes de 1RM e 10RMs em Homens Jovens Treinados. :31–7.
24. Lovell DI, Cuneo R, Gass GC. The blood pressure response of older men to maximum and sub-maximum strength testing. *J Sci Med Sport [Internet]*. 2011;14(3):254–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2010.12.005>
25. Meneses AL, Henrique G, Lima C De, Ritti-dias RM. Post exercise cardiovascular effects of different resistance exercise protocols for trunk and upper limbs School of Physical Education , University of Pernambuco , Recife , PE , Brazil. 2011;667–74.
26. Tr UDE, Douro A. Efeitos agudos do treinamento de força sobre a pressão arterial pós-esforço e variabilidade da frequência cardíaca em homens: influência das variáveis da carga de treinamento. 2015;
27. Physiology M. Recovery Pattern of Baroreflex Sensitivity after Exercise " 1,2 ,, (Table 1):864–70.
28. Cal Abad CC, Silva RS da, Mostarda C, Silva IC de M da, Irigoyen MC. Efeito do exercício aeróbico e resistido no controle autonômico e nas variáveis hemodinâmicas de jovens saudáveis. *Rev Bras Educ Física e Esporte [Internet]*. 2010;24(4):535–44. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-55092010000400010&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-55092010000400010&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)
29. Does AB, Decrease NOT, Power A, Alter OR, In T, Hypertensive S.

- Betabloqueio com atenolol não reduz potência aeróbia nem muda limiares ventilatórios em hipertensos sedentários. 2013;(Lv):357–60.
30. Miguel FM, Grings LA, Pereira GB, Diego R, Vieira A, Manuel N, et al. The scientific WorldJOURNAL Clinical Study Different Cardiovascular Responses to a Resistance Training Session in Hypertensive Women Receiving Propranolol Compared with Normotensive Controls. 2012;2012.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esses dois artigos submetidos a revistas científicas são apenas os primeiros de um total de cinco artigos, pretendemos concluir um relacionando a variabilidade da frequência cardíaca, outro sobre dano tecidual e uma revisão sistemática sobre densidade e exercício isométrico.

## 6 CONCLUSÕES

Os dois protocolos propostos neste estudo não apresentaram elevações significativas relacionadas a risco cardiovascular agudo, não foi observado também efeito hipotensor após nenhum dos dois protocolos até as 24 horas que procederam os testes. Foi possível observar uma diferença de elevação dos valores hemodinâmicos entre os dois protocolos, o protocolo B que correspondia a um menor volume e tempo de recuperação apresentou maiores elevações hemodinâmicas.

## 7 REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 7ª ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

ARAÚJO, Claudio Gil Soares de et al. Respostas hemodinâmicas a um protocolo de treinamento isométrico de preensão manual. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 97, n. 5, p.413-419, nov. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2011005000102>

BAUM, K; RUTHER, T; ESSFELD, D. Reduction of Blood Pressure Response During Strength Training Through Intermittent Muscle Relaxations. **International Journal of Sports Medicine**, [s.l.], v. 24, n. 6, p.441-445, ago. 2003. DOI:10.1055/s-2003-41172.

BOCALINI, Danilo et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. **Clinical Interventions In Aging**, [s.l.], p.649-655, jun. 2013. DOI:10.2147/cia.s40560

BREITBACH, Sarah; TUG, Suzan; SIMON, Perikles. Circulating Cell-Free DNA An Up-Coming Molecular Marker in Exercise Physiology. **Sports Medicine**, [s.i.], v. 7, n. 42, p.565-586, jul. 2012

BRUCK, C.; DONNER, A. P.. Isometric occupational exercise and the incidence of hypertension. **Journal Of Occupational Medicine**, [s.i.], v. 5, n. 27, p.370-372, maio 1985.

CAREY; JIN; WANG. Nitric oxide: a physiological mediator of the type 2 (AT2) angiotensin receptor. **Acta Physiologica Scandinavica**, [s.l.], v. 168, n. 1, p.65-71, jan. 2000.

CARLSON, Debra J. et al. Isometric Exercise Training for Blood Pressure Management: A Systematic Review and Meta-analysis. **Mayo Clinic Proceedings**, [s.l.], v. 89, n. 3, p.327-334, mar. 2014

CARPIO-RIVERA, Elizabeth et al. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], p.422-434, 2016. DOI: 10.5935/abc.20160064

CARTER, James B.; BANISTER, Eric W.; BLABER, Andrew P.. Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.33-46, 2003. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200333010-00003>.

CARUSO, Flávia et al. Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: A randomized controlled trial in coronary artery disease patients. **European Journal Of Physical And Rehabilitation Medicine**, [s.i.], v. 51, n. 3, p.281-289, nov. 2014.

CASTINHEIRAS-NETO, Antonio Gil; COSTA-FILHO, Irineu Rodrigues da; FARINATTI, Paulo Tarso Veras. Respostas cardiovasculares ao exercício resistido são afetadas pela carga e intervalos entre séries. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 95, n. 4, p.493-501, out. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2010005000119>.

CEFALU, Charles A.. Theories and Mechanisms of Aging. **Clinics In Geriatric Medicine**, [s.l.], v. 27, n. 4, p.491-506, nov. 2011

CHILDS, Bennett G et al. Cellular senescence in aging and age-related disease: from mechanisms to therapy. **Nature Medicine**, [s.l.], v. 21, n. 12, p.1424-1435, 8 dez. 2015. <http://dx.doi.org/10.1038/nm.4000>.

CHODZKO-ZAJKO, Wojtek J. et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 41, n. 7, p.1510-1530, 2009. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health)

CHRISTMASS, Michael A.; DAWSON, Brian; ARTHUR, Peter G.. Effect of work and recovery duration on skeletal muscle oxygenation and fuel use during sustained intermittent exercise. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, [s.l.], v. 80, n. 5, p.436-447, set. 1999. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s004210050615>

COELHO, Christianne de Faria; BURINI, Roberto Carlos. Atividade física para prevenção e tratamento das doenças crônicas não transmissíveis e da incapacidade funcional. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, p.937-946, 01 dez. 2009. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732009000600015&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732009000600015&lang=pt)

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A.. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal Of The American Heart Association**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.4473-4473, 31 dez. 2012. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1161/jaha.112.004473.

CUI, Jian et al. Baroreflex modulation of muscle sympathetic nerve activity during posthandgrip muscle ischemia in humans. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 4, n. 91, p.1879-1876, out. 2001

D'ASSUNÇÃO, Welton et al. Respostas cardiovasculares agudas no treinamento de força conduzido em exercícios para grandes e pequenos grupamentos musculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.118-122, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-86922007000200010>.

FISHER, W. J.; WHITE, M. J.. Training-induced adaptations in the central command and peripheral reflex components of the pressor response to isometric exercise of the human triceps surae. **The Journal Of Physiology**, [s.l.], v. 520, n. 2, p.621-628, out. 1999. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.00621.x>.

FOCHT BC; KOLTYN KF. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. **Med Sci Sports Exerc**. 1999;31:456-63.

GOESSLER, Karla F.; POLITO, Marcos D.. Relação entre o sistema renina angiotensina e as respostas cardiovasculares promovidas pelo exercício físico. **Medicina (Ribeirao Preto. Online)**, [s.l.], v. 46, n. 3, p.243-255, 18 set. 2013. Universidade de Sao Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v46i3p243-255>.

GOMIDES, Ricardo S. et al. Atenolol blunts blood pressure increase during dynamic resistance exercise in hypertensives. **British Journal Of Clinical Pharmacology**, [s.l.], v. 70, n. 5, p.664-673, 12 jul. 2010

GREANEY, Jody L.; WENNER, Megan M.; FARQUHAR, William B.. Exaggerated increases in blood pressure during isometric muscle contraction in hypertension: Role for purinergic receptors. **Autonomic Neuroscience**, [s.l.], v. 188, p.51-57, mar. 2015. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.autneu.2014.12.003

INDER, Jodie D et al. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. **Hypertension Research**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.88-94, 15 out. 2015. Springer Nature. DOI: 10.1038/hr.2015.111

KHALIL, Sami; MOHKAR, Mas; IBRAHIM, Fatimah. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. **Sensors**, v. 14, n. 6, p.10895-10928, 19 jun. 2014. DOI: 10.3390/s140610895.

KING, Major L et al. The hemodynamic effects of isotonic exercise using hand-held weights in patients with heart failure. **The Journal Of Heart And Lung Transplantation**, [s.l.], v. 19, n. 12, p.1209-1218, dez. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1053-2498\(00\)00208-4](http://dx.doi.org/10.1016/s1053-2498(00)00208-4).

KIVELOFF, Broino; HUBER, Olive. BRIEF MAXIMAL ISOMETRIC EXERCISE IN HYPERTENSION. **Journal Of The American Geriatrics Society**, [s.l.], v. 19, n. 12, p.1006-1012, dez. 1971. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.1971.tb02221.x>.

KRASCHNEWSKI, Jennifer L. et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15year cohort study of US older adults. **Preventive Medicine**, [s.l.], v. 87, p.121-127, jun. 2016

LAMOTTE, Michel et al. Acute cardiovascular response to resistance training during cardiac rehabilitation: effect of repetition speed and rest periods. **European Journal Of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.329-336, jan. 2010. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1097/hjr.0b013e328332efdd>.

LAURENT, Stéphane. Antihypertensive drugs. **Pharmacological Research**, [s.l.], v. 124, p.116-125, ago. 2017

LOVELL, Dale I.; CUNEO, Ross; GASS, Greg C.. The blood pressure response of older men to maximum and sub-maximum strength testing. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, Queensland, v. 14, n. 1, p.254-258, 2011.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L.. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MCGOWAN, Cheri L. et al. Acute vascular responses to isometric handgrip exercise and effects of training in persons medicated for hypertension. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, Ontario, v. 363, n. 6, p.1797-1802, abr. 2006.

MCGOWAN, C. L. et al. Acute vascular responses to isometric handgrip exercise and effects of training in persons medicated for hypertension. **Ajp: Heart and Circulatory Physiology**,



[s.l.], v. 291, n. 4, p.1797-1802, 2 jun. 2006. American Physiological Society. DOI: 10.1152/ajpheart.01113.2005

MCGOWAN, Cheri L. et al. Isometric Handgrip as an Adjunct for Blood Pressure Control: a Primer for Clinicians. **Current Hypertension Reports**, [s.l.], v. 19, n. 6, p.1-8, 20 maio 2017. DOI:10.1007/s11906-017-0748-8.

MILLAR, Philip J.; PAASHUIS, Amanda; MACCARTNEY, Neil. Isometric handgrip effects on hypertension. **Current Hypertension Reviews**, Canada, v. 5, n. 5, p.54-60, maio 2009.

MILLAR, P. J.; MACDONALD, M. J.; MCCARTNEY, N.. Effects of Isometric Handgrip Protocol on Blood Pressure and Neurocardiac Modulation. **Int J Sports Med**, [s.i],v.32, p.174-180, out. 2010.

MILLAR, Philip J. et al. Evidence for the Role of Isometric Exercise Training in Reducing Blood Pressure: Potential Mechanisms and Future Directions. **Sports Med**,Canterbury, n. 44, p.345-356, jan. 2014.

MITCHELL J. H, et al., The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions. **J Physiol** 1980; 309: 45-54.

MOHEBBI, Hamid; ROHANI, Hadi; GHIASI, Ahmad. Effect of involved muscle mass in resistance exercise on post exercise blood pressure and rate pressure product. **Apunts. Medicina de L'esport**, [s.l.], v. 51, n. 192, p.123-129, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2016.05.002>.

MORAES M. R, BACURAU R. F, CASARINI D. E, *et al.* Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. **J Strength Cond Res**. 2012;26(4):1122–1129

MORAES, Milton Rocha *et al.* Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. **Clinical Interventions In Aging**, Princeton, n. 8, p.649-655, 2013.

MORAES-SILVA, I. C. et al. Preventive role of exercise training in autonomic, hemodynamic, and metabolic parameters in rats under high risk of metabolic syndrome development. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 114, n. 6, p.786-791, 17 jan. 2013. American Physiological Society.

MOSTARDA, Cristiano et al. Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico. **Revista Brasileira de Hipertensão**, [s.i], v. 16, n. 1, p.55-60, 31 mar. 2009.

NAGLE, Fj; SEALS, D R; HANSON, P. Time to fatigue during isometric exercise using different muscle masses. **Int J Sports Med**, [s.i.], v. 9, n. 5, p.313-315, out. 1988.

NASCIMENTO, Dahan da Cunha et al. Sustained effect of resistance training on blood pressure and hand grip strength following a detraining period in elderly hypertensive women: a pilot study. **Clinical Interventions In Aging**, Brasília, v. 1, n. 9, p.219-225, set. 2014

NELSON, Miriam E. et al. Physical Activity and Public Health in Older Adults. **Medicine and Science In Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p.1435-1445, ago. 2007. DOI:10.1249/mss.0b013e3180616aa2

NERY, Sandra de Souza et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. **Clinics**, [s.l.], v. 65, n. 3, p.271-277, 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1807-59322010000300006>

NÓBREGA, Antonio Claudio Lucas da et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 5, n. 6, p.207-211, dez. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-86921999000600002>.

O'CONNOR, PJ et al. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. **Med Sci Sports Exerc**. 1993;25:516-21.

PAULO, Anderson Caetano et al. Blood pressure response during resistance training of different work to rest ratio. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], p.1-23, jun. 2017. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002074

PAGONAS, Nikolaos et al. Aerobic versus isometric handgrip exercise in hypertension. **Journal Of Hypertension**, [s.l.], v. 35, n. 11, p.2199-2206, nov. 2017. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1097/hjh.0000000000001445.

PATNODE, Carrie D. et al. Behavioral Counseling to Promote a Healthful Diet and Physical Activity for Cardiovascular Disease Prevention in Adults Without Known Cardiovascular Disease Risk Factors. **Jama**, [s.l.], v. 318, n. 2, 11 jul. 2017

PESCATELLO, Linda S. et al. Exercise and Hypertension. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.533-553, 2004. DOI: 10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a.

PLOUTZ-SNYDER, L.L.; GIAMISE.L.. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 4, p. 519-523, 2001.

POLITO, Marcos Doederlein; FARINATTI, Paulo de Tarso Veras. Comportamento da pressão arterial após exercícios contra-resistência: uma revisão sistemática sobre variáveis determinantes e possíveis mecanismos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 12, n. 6, p.386-392, dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-86922006000600017>.

PRICE, Mike; MOSS, Paul. The effects of work: rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. **Journal Of Sports Sciences**, [s.l.], v. 25, n. 14, p.1613-1621, dez. 2007. DOI: 10.1080/02640410701287248

QUEIROZ, Andréia Cristiane Carrenho; KANEGUSUKU, Hécio; FORJAZ, Cláudia Lúcia de Moraes. Efeitos do treinamento resistido sobre a pressão arterial de idosos. **Arquivos**

**Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 95, n. 1, p.135-140, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2010001100020>.

ROWELL, L. B.; O'LEARY, D. S.. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 69, n. 2, p.407-418, ago. 1990. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1990.69.2.407>.

SEALS, D. R.; CHASE, P. B.; TAYLOR, J. A.. Autonomic mediation of the pressor responses to isometric exercise in humans. **Journal Of Applied Physiology**, [s.i.], v. 68, n. 5, p.2190-2196, maio 1988.

SEALS D. R. Influence of force on muscle and skin sympathetic nerve activity during sustained isometric contractions in humans. **J Physiol** 1993; 462: 147-59

SHEPARD, R. J. *et al.* Handgrip dynamometry, Cybex measurements and lean mass markers of the ageing of muscle function. **Br J Sp Med**, Toronto, v. 25, n. 4, p.204-208, nov. 1991

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, HIPERTENSÃO ARTERIAL E NEFROLOGIA, 2006, [s.i.]. V **Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial**. [s.i]: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2006. 49 p

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2016, Rio de Janeiro. **VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial**. [s.i]: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2016. 49 p

SOMANI, Yasina B et al. Acute Response to a 2-Minute Isometric Exercise Test Predicts the Blood Pressure-Lowering Efficacy of Isometric Resistance Training in Young Adults. **American Journal Of Hypertension**, [s.l.], v. 31, n. 3, p.362-368, 27 set. 2017. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ajh/hpx173>.

SOUSA, Patrícia F. M. et al. Pressão arterial e PSE em múltiplas séries de exercício resistido de diferentes intensidades. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, [s.i.], v. 18, n. 4, p.26-33, jan. 2010.

SOUZA JUNIOR, Tácito Pessoa et al. Óxido nítrico e exercício: uma revisão. **Revista da Educação Física/uem**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.469-481, 30 set. 2012. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v23i3.11738>.

STRATTON, J. R. et al. Cardiovascular responses to exercise. Effects of aging and exercise training in healthy men. **Circulation**, [s.l.], v. 89, n. 4, p.1648-1655, 1 abr. 1994

TAYLOR, Andrea C. et al. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. **Journal of The American College of Sports Medicine**, [s.i.], v. 2, n. 35, p.251-256, jan. 2003

TIBANA, Ramires Alsamir et al. Avaliação da pressão arterial em mulheres sedentárias e sua relação com a força muscular. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, [s.l.], v. 25, n. 3,

p.337-343, 30 set. 2012. Fundacao Edson Queiroz.  
<http://dx.doi.org/10.5020/18061230.2012.p337>.

TIBANA, R. et al. Correlation between Acute and Chronic 24-Hour Blood Pressure Response to Resistance Training in Adult Women. **International Journal of Sports Medicine**, [s.l.], v. 36, n. 01, p.82-89, 21 ago. 2014.

TOMELERI, Crisieli M. et al. Chronic Blood Pressure Reductions and Increments in Plasma Nitric Oxide Bioavailability. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 38, n. 04, p.290-299, 20 fev. 2017. DOI:10.1055/s-0042-121896

TSUKIYAMA, Yorika et al. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. **Journal Of Clinical Biochemistry And Nutrition**, [s.l.], v. 60, n. 3, p.180-186, 2017.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.205-217, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-76382009000200018>.

WICKWIRE, P Jason et al. Acute Heart Rate, Blood Pressure, and RPE Responses During Super Slow vs. Traditional Machine Resistance Training Protocols Using Small Muscle Group Exercises. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 23, n. 1, p.72-79, jan. 2009. DOI:10.1519/jsc.0b013e3181854b15.

WILES, Jonathan D.; GOLDRING, Natalie; COLEMAN, Damian. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 117, n. 1, p.83-93, 16 nov. 2016. DOI:10.1007/s00421-016-3501-0.

WILES, Jonathan Derek; COLEMAN, Damian A.; SWAINE, Ian L. The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. **Eur J Appl Physiol**, Canterbury, v. 108, n. 1, p.419-428, jan. 2010

WILEY, Ronald D. et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. **Journal of The American College of Sports Medicine**, [s.i.], v. 1, n. 1, p.749-754, fev. 1992.

## **ANEXO A**

### **APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA**

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DO TREINAMENTO ISOMÉTRICO SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL DE IDOSAS HIPERTENSAS

**Pesquisador:** Mário Alves de Siqueira Filho

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 43181015.6.0000.5087

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Maranhão

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.249.368

**Apresentação do Projeto:**

**INTRODUÇÃO:** A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica caracterizada por elevações dos níveis tensionais acima dos valores normais da pressão arterial sistêmica. A prática regular de exercícios físicos é apontada como forma eficiente de prevenção e tratamento da hipertensão arterial, sendo indicada tanto a prática de exercícios aeróbicos quanto de exercícios resistidos. Dentre os exercícios resistidos, o

treinamento isométrico aparece como alternativa capaz de promover melhorias no controle da pressão arterial. Cabe destacar que os protocolos estudados foram realizados ou com um único exercício através do aparelho de pressão manual, que estimula a contração de pequena musculatura (mão e antebraço), ou realizado com cadeira isocinética para membros inferiores, que estimula de forma isolada a musculatura do quadríceps.

Ademais, existe evidências para uma possível relação entre a proporção de massa muscular recrutada com a magnitude da resposta da pressão arterial ao exercício isométrico. No entanto, ainda não são conhecidos os possíveis efeitos de exercícios isométricos envolvendo grandes grupos musculares (de membros superiores e inferiores e que sejam realizados na mesma sessão de treinamento) sobre o controle da pressão arterial de

mulheres idosas hipertensas. **OBJETIVO:** Avaliar o comportamento da pressão arterial de idosas

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho  
Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética CEP: 65.080-040  
UF: MA Município: SÃO LUIS  
Telefone: (98)3272-8708 Fax: (98)3272-8708 E-mail: cepufma@ufma.br

EviseSupport@elsevier.com

Mover para a Caixa de Entrada Mais

Experimental Gerontology <EviseSupport@elsevier.com> para mim 12 de fev

inglês > português Traduzir mensagem Desativar para: inglês

*This message was sent automatically. Please do not reply.*

Ref: EXG\_2018\_88

Title: EFFÉCT OF ISOMETRIC TRAINING EQUALIZED IN DENSITY ON HEMODYNAMIC RESPONSES OF ELDERLY HYPERTENSIVE

Journal: Experimental Gerontology

Dear Dr. leite,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Experimental Gerontology. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at: [http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL\\_ACR=EXG](http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=EXG) and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Experimental Gerontology

**Have questions or need assistance?**

For further assistance, please visit our [Customer Support](#) site. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about EVISE® via interactive tutorials. You can also talk 24/5 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

Copyright © 2018 Elsevier B.V. | [Privacy Policy](#)

Elsevier [B.V., Radarweg 29, 1043 NX Amsterdam, The Netherlands](#), Reg. No. 33156677.

---

CONFIRMAÇÃO DE SUBMISSÃO REVISTA *EXPERIMENTAL GERONTOLOGY*

## ANEXO C

### CONFIRMAÇÃO DE SUBMISSÃO REVISTA ARQUIVOS BRASILEIROS DE

publicacoes.cardiol.br/SEA/ArtigoEnviado/ListaArtigo

SBC SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA @arquivos ONLINE Home Envio de Artigos Artigos Caixa de Mensagens Alteração Cadastral Contato Formulários Bem-vindo thiago Gomes Leite [Autor] Sair

#### Enviar Artigo (Edição)

Artigos por Status: Todos

Pesquisar

Nº do Artigo	Título	Enviado em	Status
10110	Hemodynamic and autonomic responses of hypertensive elderly women to maximal strength test (1RM)	02-13-2018 19:04:24	Novo <a href="#">[Acompanhamento do Artigo]</a>

Mostrando de 1 até 1 de 1 registros

Anterior 1 Próximo

## CARDIOLOGIA

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Ficha de coleta de dados

#### FICHA DE COLETA DE DADOS

##### IDENTIFICAÇÃO

Nº \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Telefone Residencial:..... Celular:.....

Ocupação: \_\_\_\_\_

##### Escolaridade:

( ) Analfabeto ( ) Fund. Incompleto ( ) Fund. Completo ( ) Médio incompleto

( ) Médio incompleto ( ) Superior incompleto ( ) Superior completo ( ) Pós-graduação

Renda: ( ) Menos de 1 SM ( ) Entre 1 e 2 SM ( ) Entre 2 e 4 SM

( ) Acima de 4 SM



**Como você avalia seu estado de saúde atual?**

( ) Ótimo ( ) Bom ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Muito ruim

**O seu estado de saúde atual dificulta a prática de atividade física/exercício físico?**

( ) Sim ( ) Não

**Caso Afirmativo: De que modo dificulta?**

( ) Cansaço ( ) Falta de ar ( ) Tontura

( ) Dor. Onde?.....

( ) Outro. Qual(is)?.....

Você tem alguma doença diagnosticada pelo Médico: ( ) sim ( ) não

**Caso afirmativo: marque com um X a(s) doença(s).**

- |   |  |
|---|--|
| ( ) Doença cardíaca                     | ( ) Alzheimer                                      |
| ( ) Hipertensão (pressão alta)          | ( ) Depressão                                      |
| ( ) Sequela Acidente Vascular (derrame) | ( ) Diabetes                                       |
| ( ) Artrose                             | ( ) Dislipidemia (triglicéridios, colesterol alto) |
| ( ) Artrite Reumatóide                  | ( ) Doenças dos olhos                              |
| ( ) Dores Lombares                      | ( ) Dificuldades Auditivas                         |
| ( ) Osteoporose                         | ( ) Incontinência Urinária (perda de urina)        |
| ( ) Osteopenia                          | ( ) Neoplasias(tumores)                            |
| ( ) Asma                                | ( ) Fibromialgia                                   |
| ( ) Bronquite Crônica                   | ( ) Gastrite                                       |
| ( ) Enfisema                            | ( ) Tendinite                                      |
| ( ) Refluxo                             | ( ) Prisão de ventre                               |
| ( ) Outros:.....                        | ( ) Etilismo                                       |

**Você toma medicamentos**( ) sim ( ) não **Caso Afirmativo: Quantos?**.....

**Qual(is)?**.....

**Horários**.....

**Caso a resposta seja negativa, você tomava algum remédio?** ( ) sim ( ) não

**Qual(is)?**.....

**Você possui algum tipo de Metal ou aparelho no corpo?**( ) sim ( ) não

**Qual?**

() Marcapasso

() Platina junto a algum osso

( ) Outro.....\_

**Você faz uso de bebida alcoólica? Qual frequência?**

.....

**Há quanto tempo você participa da AAUNI**

( ) < 3 meses ( ) < 6 meses ( ) > 6 meses.....

**Ano de início no programa:**.....

**Participa em qual(is) atividades da AAUNI?**

.....  
**Você já fez musculação em alguma academia? Caso sim, por quanto tempo?**

.....  
**Você está participando de alguma outra atividade física em algum outro lugar?**

.....  
**Faz acompanhamento com nutricionista? Há quanto tempo?**

.....  
**Quantas refeições você faz por dia?**

.....  
**AVALIAÇÃO**

**Pressão Arterial:**

Antes: \_\_\_\_\_

Após: \_\_\_\_\_

**Frequencia cardiaca**

Antes: \_\_\_\_\_

Após: \_\_\_\_\_

**Composição Corporal - Antes**

Estatura (cm) \_\_\_\_\_

Peso (Kg) \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

Massa magra (Kg) \_\_\_\_\_

Cintura (cm) \_\_\_\_\_

Quadril (cm) \_\_\_\_\_

Abdômen (cm) \_\_\_\_\_

Massa gorda(Kg) \_\_\_\_\_

**Composição Corporal - Após**

Estatura (cm) \_\_\_\_\_

Peso (Kg) \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

Massa magra (Kg) \_\_\_\_\_

Cintura (cm) \_\_\_\_\_

Quadril (cm) \_\_\_\_\_

Abdômen (cm) \_\_\_\_\_

Massa gorda(Kg) \_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TREINAMENTO DE FORÇA NA  
PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS - ESPECIALIZAÇÃO**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidada, como voluntária, para participar da pesquisa **“EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINO ISOMÉTRICO, EQUALIZADOS EM DENSIDADE, SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICOS DE IDOSAS HIPERTENSAS”**.

Você foi selecionada irá submeter-se a um programa de treinamento de força e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, a senhora poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, sem que para isto sofra qualquer penalidade ou prejuízo na continuidade do seu acompanhamento.

O objetivo principal deste estudo consiste em avaliar o comportamento da pressão arterial de idosas hipertensas (estágio 1) em resposta dois diferentes protocolos de treinamento isométrico realizado pelos exercícios *leg press*. Os benefícios esperados dizem respeito a diminuição da pressão arterial logo após o treino reduzindo os valores cronicamente e diminuindo a possibilidade de prejuízos à saúde.

Durante a realização dos exercícios, poderão ocorrer alterações na frequência cardíaca, respiratória, na pressão arterial, além de dores, sendo que em qualquer uma destas hipóteses a sessão será interrompida e será garantida toda a assistência necessária.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma que possibilite sua identificação, pois o instrumento para registro dos dados serão identificados por números.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal, do orientador e do Comitê de Ética em Pesquisa, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Em caso de concordância com as informações que lhe foram expostas e aceitação de sua participação na pesquisa assine abaixo.

---

**Voluntário(a) da pesquisa**

---

**Pesquisador responsável**

**Pesquisador responsável:**

Thiago Gomes Leite

Telefone para contato: (98) 988270541

Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Educação Física.

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Núcleo de Esportes-Campus UFMA, Vila Bacanga,  
São Luís-MA. CEP 65080-805.

**Orientador:**

Prof. Dr. Richard Diego Leite

Telefone para contato: (98) 3272.8170

Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Educação Física.

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Núcleo de Esportes-Campus UFMA, Vila Bacanga.  
São Luís-MA. CEP 65080-805.