

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE MEDICINA

**EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO *STEP* INTERVALADO NOS
PARÂMETROS CARDIOVASCULARES DE MULHERES
HIPERTENSAS NA PÓS-MENOPAUSA: ESTUDO CLÍNICO,
CONTROLADO E RANDOMIZADO**

MATEUS DE LIMA RODRIGUES

MESTRADO ACADÊMICO

2021

MATEUS DE LIMA RODRIGUES

**EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO *STEP* INTERVALADO NOS
PARÂMETROS CARDIOVASCULARES DE MULHERES
HIPERTENSAS NA PÓS-MENOPAUSA: ESTUDO CLÍNICO,
CONTROLADO E RANDOMIZADO**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Faculdade de Medicina da Faculdade
de Uberlândia, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Ciências da Saúde.**

**Área de concentração: Ciências da
Saúde**

Orientador: Guilherme Morais Puga

UBERLÂNDIA

2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

R696 2021	<p>Rodrigues, Mateus de Lima, 1993- Efeito agudo do exercício step intervalado nos parâmetros cardiovasculares de mulheres hipertensas na pós-menopausa [recurso eletrônico] : estudo clínico, controlado e randomizado / Mateus de Lima Rodrigues. - 2021.</p> <p>Orientador: Guilherme Morais Puga. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências da Saúde. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.252 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Ciências médicas. I. Puga, Guilherme Morais, 1982-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências da Saúde. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 61</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
 Av. Pará, 1720, Bloco 2H, Sala 09 - Bairro Umarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: 34 3225-8628 - www.ppcsa.famed.ufu.br - copme@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências da Saúde				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico Nº 007/PPCSA				
Data:	29.04.2021	Hora de início:	08:20h	Hora de encerramento:	12:00h
Matrícula do Discente:	11912CSD015				
Nome do Discente:	MATEUS DE LIMA RODRIGUES				
Título do Trabalho:	EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO STEP INTERVALADO NOS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES DE MULHERES HIPERTENSAS NA PÓS-MENOPAUSA: ESTUDO CLÍNICO, CONTROLADO E RANDOMIZADO				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	3: Fisiopatologia das doenças e agravos à saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Atividade Física e Aspectos fisiológicos associados à Saúde				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Mconf-RNP, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Professores Doutores: Sergio Rodrigues Moreira (UNIVASF), Eduardo Caldas Costa (UFRN) e Guilherme Morais Puga (UFU) orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Guilherme Morais Puga, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **SERGIO RODRIGUES MOREIRA, Usuário Externo**, em 29/04/2021, às 11:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Morais Puga, Membro de Comissão**, em 29/04/2021, às 11:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Caldas Costa, Usuário Externo**, em 30/04/2021, às 10:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2731208** e o código CRC **6C66977E**.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Mateus de Lima Rodrigues.

Efeito agudo do exercício *step* intervalado nos parâmetros cardiovasculares de mulheres hipertensas na pós-menopausa: estudo clínico, controlado e randomizado.

Presidente da banca: Prof. Dr. Guilherme Morais Puga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Faculdade de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Banca Examinadora

Titular: Prof. Dr. Sergio Rodrigues Moreira

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco

Titular: Prof. Dr. Eduardo Caldas Costa

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta dissertação contou com a colaboração de diversas pessoas, dentre as quais eu agradeço:

Meu orientador, professor Doutor Guilherme Morais Puga, que me deu todo o auxílio necessário para a elaboração deste projeto.

A todas as participantes da pesquisa, pela colaboração e disposição no processo de coleta de dados.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a estudar e me qualificar.

A minha namorada, pela compreensão das ausências durante o processo de coleta de dados e escrita da dissertação.

Aos meus colegas de laboratório, que me auxiliaram durante as coletas de dados.

RESUMO

Introdução: A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial, mais prevalente em mulheres após a menopausa que em homens de mesma idade. Visando a prevenção e o tratamento dessa doença, os posicionamentos padrões indicam a realização de atividade aeróbica de intensidade moderada que durem mais que 30 minutos por sessão. No entanto, alguns estudos mostraram que o exercício intervalado é capaz de promover uma hipotensão pós exercício (HPE) de maior magnitude que o exercício contínuo.

Objetivos: Comparar o efeito do exercício *step* intervalado com o exercício de caminhada contínua nos parâmetros cardiovasculares de mulheres hipertensas na pós-menopausa. **Material e métodos:** As voluntárias foram submetidas a três sessões experimentais: controle (CO), exercício intervalado (EI) e exercício contínuo (EC), em ordem randomizada. As sessões tinham duração de 120 minutos e durante este período a pressão arterial de repouso (PA_{rep}) era avaliada nos minutos 10, 90, 105 e 120, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) nos minutos 0 e 90 e a reatividade da pressão arterial (RPA) ao *Stroop Color-Word test* nos minutos 10 e 120. As avaliações nos minutos 0 e 10 eram realizadas pré-exercício e as avaliações nos minutos 90, 105 e 120 eram realizadas pós-exercício.

Resultados: Finalizaram o estudo 12 mulheres, na pós-menopausa, hipertensas medicadas com idade média de 59 ± 4 anos e IMC médio de $29,78 \pm 4,10$ kg/m². Houve redução da PA_{rep} sistólica e média ($p = 0,008$; $p = 0,038$), aumento da frequência cardíaca (FC) ($p < 0,001$), redução nos índices SDNN ($p = 0,017$) e RMSSD ($p = 0,037$) da VFC e redução da RPA sistólica ($p = 0,031$) nas sessões de exercício, quando comparadas ao controle, mas sem diferença entre as sessões de exercício. **Conclusão:** O exercício *step* intervalado promove redução da pressão arterial pós exercício, mas não atenua a reatividade da pressão arterial e não promove uma HPE superior ao exercício de caminhada contínua.

Palavras-chave: Exercício intervalado; Exercício aeróbio; Hipotensão pós exercício; Hipertensão; Menopausa.

ABSTRACT

Introduction: Systemic arterial hypertension (SAH) is a multifactorial clinical condition, more prevalent in women after menopause than in men of the same age. Aiming at the prevention and treatment of this disease, the standard positions indicate the performance of aerobic activity of moderate intensity that lasts more than 30 minutes per session. However, some studies have shown that interval exercise is capable of promoting post-exercise hypotension (PEH) of greater magnitude than continuous exercise. **Objectives:** To compare the effect of interval step exercise with continuous walking exercise on the cardiovascular parameters of post-menopausal hypertensive women. **Material and methods:** The volunteers were submitted to three experimental sessions: control (CO), interval exercise (EI) and continuous exercise (EC), in randomized order. The sessions lasted 120 minutes and during this period, resting blood pressure (P_{Arep}) was evaluated in 10, 90, 105 and 120 minutes, heart rate variability (HRV) in minutes 0 and 90 and blood pressure reactivity (RPA) to the Stroop Color-Word test in minutes 10 and 120. Evaluations in minutes 0 and 10 were performed pre-exercise and evaluations in minutes 90, 105 and 120 were performed post-exercise. **Results:** The study ended 12 women, postmenopausal, hypertensive medicated with an average age of 59 ± 4 years and an average BMI of 29.78 ± 4.10 kg / m². There was a reduction in systolic and mean B_{Prep} ($p = 0.008$; $p = 0.038$), an increase in heart rate (HR) ($p < 0.001$), a reduction in SDNN ($p = 0.017$) and RMSSD ($p = 0.037$) indices of HRV and a reduction in HRV of systolic RPA ($p = 0.031$) in exercise sessions, when compared to control, but with no difference between exercise sessions. **Conclusion:** Interval step exercise reduces blood pressure after exercise, but does not attenuate blood pressure reactivity and does not promote a PEH superior to continuous walking exercise.

Keywords: Interval exercise; Aerobic exercise; Post-exercise hypotension; Hypertension; Menopause.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Desenho experimental.....	20
Figura 2. Sessão experimental.....	21
Figura 3. Fluxograma do estudo.....	26
Figura 4. Comportamento da pressão arterial sistólica, diastólica e média nas sessões experimentais.....	29
Figura 5. Valores individuais do efeito líquido dos exercícios intervalado e contínuo na pressão arterial sistólica (A), diastólica (B) e média (C).....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais dos participantes.....	24
Tabela 2. Frequência cardíaca durante o exercício.....	28
Tabela 3. Dados autonômicos avaliados pré e pós-intervenção.....	31
Tabela 4. Dados da RPA avaliados pré e pós-intervenção.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ACSM	American College of Sports Medicine
ASC	Área sob a curva;
CONSORT	<i>Consolidated Standarts of Rporting Trials</i> ;
DCVs	Doenças cardiovasculares;
EC	Exercício contínuo
EI	Exercício intervalado
FC	Frequência cardíaca;
FC _{máx}	Frequência cardíaca máxima;
FC _{res}	Frequência cardíaca de reserva;
FFT	Transformada rápida de Fourier;
GEE	Equações de estimação generalizadas;
HAS	Hipertensão arterial sistêmica;
HPE	Hipotensão pós exercício;
ICC	Coeficiente de correlação intraclasse;
MDC	Mínima mudança detectável;
PA	Pressão arterial;
RMSSD	Raiz quadrada média da soma dos quadrados das diferenças de intervalos RR adjacentes;
RPA	Reatividade da pressão arterial;
RVP	Resistência vascular periférica;
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos RR;
SRA	Sistema renina-angiotensina;
TC	Treinamento contínuo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
TIAI	Treinamento intervalado de alta intensidade
VO _{2R}	Consumo de oxigênio de reserva;
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 PRESSÃO ARTERIAL DE REPOUSO E EXERCÍCIO FÍSICO	13
2.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E EXERCÍCIO FÍSICO	16
2.3 REATIVIDADE DA PRESSÃO ARTERIAL E EXERCÍCIO FÍSICO..	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 PARTICIPANTES	19
4.2 DESENHO EXPERIMENTAL	20
4.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	22
4.4 MEDIDA DA PRESSÃO ARTERIAL DE REPOUSO	22
4.5 MEDIDA DA REATIVIDADE DA PRESSÃO ARTERIAL	23
4.6 MEDIDAS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	23
5 RESULTADOS	25
6 DISCUSSÃO	34
7 CONCLUSÃO GERAL	39
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Após a menopausa as doenças cardiovasculares (DCVs) passam a ser a principal causa de morte em mulheres. Em 2017, no Brasil, dos 1.312.663 óbitos 27,3% foram decorrentes de DCVs, sendo que a hipertensão arterial contribui direta ou indiretamente com 50% desses óbitos (Barroso *et al.*, 2020; Malachias *et. al.*, 2016; Lima, Wofford e Reckelhoff, 2012).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial caracterizada pela elevação sustentada da pressão arterial (PA) ≥ 140 e/ou 90 mmHg, que no Brasil atinge 36 milhões de indivíduos adultos (Malachias *et al.*, 2016; Barroso *et al.*, 2020). A literatura mostra que a prevalência de hipertensão em mulheres após a menopausa é maior que em homens de mesma idade. Além disso, há evidências de que a pressão arterial pode não ser tão bem controlada nas mulheres como nos homens, ainda que elas tenham maior aderência aos regimes terapêuticos e a medicamentos do que eles (Yanes e Reckelhoff, 2011; Brahmhatt, Gupta e Hamrahian, 2019).

Um dos possíveis mecanismos responsáveis pelo aumento da pressão arterial em mulheres após a menopausa é uma maior ativação do sistema renina-angiotensina (SRA), pois essas mulheres apresentam um aumento na atividade da renina plasmática sugerindo uma maior ativação do sistema. Outro possível fator, no aumento da pressão, é a disfunção endotelial, que aumenta após a menopausa devido ao aumento de hormônios androgênicos. Há também uma maior ativação simpática, causada pelo aumento de massa corporal e dos níveis plasmáticos de leptina, que leva a um aumento da pressão arterial.(Lima, Wofford e Reckelhoff, 2012)

Visando a prevenção e o tratamento da hipertensão arterial sistêmica, a prática regular de exercícios físicos surge como uma importante ferramenta para diminuição da pressão arterial de repouso (Malachias *et al.*, 2016; Barroso *et al.*,

2020). Os posicionamentos padrões relacionados a hipertensão, indicam a realização de programas de exercício com pelo menos três sessões por semana, sendo atribuídas atividade aeróbica de intensidade moderada acompanhada de atividade de força, que durem mais que 30 minutos por sessão (Pescatello *et al.*, 2004; Malachias *et al.*, 2016; Barroso *et al.*, 2020). Ademais, uma redução crônica de 10 mmHg na pressão arterial sistólica reduz o risco dos principais eventos cardiovasculares em 20%, de doença coronariana em 17%, de acidente vascular cerebral em 27%, de insuficiência cardíaca em 28% e da mortalidade por todas as causas em 13% (Ettehad *et al.*, 2016).

A redução da pressão arterial de repouso após uma sessão de exercício, também chamada de hipotensão pós-exercício (HPE), está associada com a redução crônica da pressão arterial de repouso (Wegmann *et al.*, 2017). Assim, é importante estudar o efeito de diferentes protocolos de exercício físico sobre a HPE, uma vez que, os resultados encontrados podem indicar possíveis benefícios a longo prazo. Recente estudo de Carpio-Rivera *et al.*, (2016) mostrou que fatores como sexo, idade, nível de atividade física e medicação influenciam na magnitude da HPE, mas o tipo de exercício físico não. No entanto, estudos recentes mostraram que o exercício intervalado é capaz de promover uma maior magnitude de hipotensão pós exercício (HPE) que o exercício contínuo de intensidade moderada (Perrier-Melo *et al.*, 2020; Pimenta *et al.*, 2019). Segundo Perrier-Melo *et al.*, (2020), essa diferença entre os protocolos sobre a HPE é produto de uma maior redução da resistência vascular periférica após o exercício intervalado, no entanto, os autores alertam que poucos estudos compararam determinantes hemodinâmicos entre os protocolos e que estes estudos envolvem diferentes populações.

Em indivíduos hipertensos é observado um desequilíbrio autonômico com menor atividade do sistema parassimpático (Thayer, Yamamoto e Brosschot, 2010). Medidas de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo e frequência têm sido utilizadas com sucesso para avaliar a função

autônômica (Thayer, Yamamoto e Brosschot, 2010). Após uma sessão de exercício aeróbio, De Paula *et al.* (2019) verificaram um aumento da atividade simpática e uma diminuição da atividade parassimpática em homens com disfunção autonômica. Segundo os autores, esses resultados são produtos de retirada do fluxo vagal e o aumento do tônus simpático durante o exercício, além da reativação vagal mais lenta. Contudo, pelo nosso conhecimento, não há estudos comparando o efeito do exercício intervalado com o exercício contínuo na VFC de mulheres hipertensas.

Sujeitos hipertensos apresentam maiores valores de pressão arterial, quando submetidos ao teste de estresse, que normotensos (Gauche *et al.*, 2017). Sabendo que o teste de estresse mental é uma forma padronizada de verificar o efeito do estresse psicológico sobre a função cardiovascular, sujeitos hipertensos possivelmente têm um risco maior de eventos cardiovasculares quando expostos a situações de estresse que normotensos (Chida e Steptoe, 2010; Matthews *et al.*, 2006). Após uma sessão de exercício aeróbio combinado ao resistido, Moreira *et al.* (2014) constataram que esse tipo de exercício é capaz de reduzir a reatividade da pressão arterial ao teste de estresse em adultos saudáveis. Todavia, pelo nosso conhecimento, não há estudos comparando o efeito do exercício intervalado ao contínuo na reatividade da pressão arterial.

Por fim, a hipótese do nosso estudo é que o exercício *step* intervalado promoverá alterações na pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e reatividade da pressão arterial pós exercício, e que estas alterações serão maiores que as promovidas pelo exercício de caminhada contínuo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PRESSÃO ARTERIAL DE REPOUSO E EXERCÍCIO FÍSICO

A hipertensão arterial é o principal fator de risco para mortes e incapacidade no mundo, afetando mais de um bilhão de indivíduos e causando 9,4 milhões de mortes todo ano. O tratamento para redução da pressão arterial reduz

significativamente o risco de doenças cardiovasculares e morte (Ettehad *et al.*, 2016). No geral, uma redução de 10 mmHg na pressão arterial sistólica reduz o risco dos principais eventos cardiovasculares em 20%, de doença coronariana em 17%, de acidente vascular cerebral em 27%, de insuficiência cardíaca em 28% e da mortalidade por todas as causas em 13% (Ettehad *et al.*, 2016).

A modificação do estilo de vida, incluindo aumento nos níveis de atividade física, vem sendo defendida para a prevenção, tratamento e controle da hipertensão (Barroso *et al.*, 2020). Segundo o American College of Sports Medicine (ACSM), o programa de exercícios deve essencialmente envolver exercícios aeróbios, pois estes conseguem reduzir de 5-7 mmHg da pressão arterial, em hipertensos, após uma sessão de treino ou após um período de treinamento (Pescatello *et al.*, 2004). Além disto, a ACSM e Sociedade Brasileira de Cardiologia recomendam a prática diária desse tipo de exercício por pelo menos 30 minutos, com intensidade moderada ($40 - <60\% \text{ } VO_2R$) acompanhada de exercícios de força (Pescatello *et al.*, 2004; Barroso *et al.*, 2020).

O treinamento físico pode variar com os tipos de exercícios, o tempo de treinamento, a intensidade, a frequência das sessões e a duração de cada sessão. Então, Cornelissen e Smart (2013) decidiram investigar, por meio de uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos, controlados e randomizados, o efeito de diferentes tipos de treinamento na pressão arterial sistólica e diastólica. Os resultados do estudo mostram que o treinamento aeróbio, o resistido dinâmico, o resistido isométrico e o combinado reduzem significativamente a pressão arterial diastólica e todos, menos o combinado, reduzem a pressão arterial sistólica. Ademais, não foi observada diferença significativa no tamanho do efeito entre o treinamento aeróbio e o resistido dinâmico. No treinamento aeróbio, maiores reduções foram observadas em programas com durações menores e com intensidade de moderada a alta.

O treinamento físico é um processo estruturado, com objetivo definido e composto por n sessões de exercícios. Cada sessão é capaz de promover mudanças

no organismo daquele que a realiza, podendo essas mudanças serem duradouras ou passageiras. Uma sessão de exercícios físicos já é capaz de promover redução significativa da pressão arterial sistólica e diastólica independentemente do gênero, nível inicial de PA dos participantes, nível de atividade física, tipo de medida da PA, tipo de exercício realizado e anti-hipertensivo utilizado (Carpio-Rivera *et al.*, 2016). Essa redução após a sessão, também chamada de hipotensão pós exercício (HPE), está associada com a redução crônica da pressão arterial de repouso promovida pelo treinamento físico (Wegmann *et al.*, 2017).

Uma das variáveis do treinamento físico é a intensidade. Logo, entender o efeito da manipulação desta variável sobre a PA é importante para construção de um treinamento mais eficaz. Buscando solucionar esta questão, Perrier-Melo *et al.* (2020) compararam, por meio de uma revisão sistemática e meta-análise de estudos crossover, a magnitude da HPE entre o exercício contínuo (EC) e o exercício intervalado (EI). Os resultados do estudo indicam que o exercício intervalado promove uma HPE de maior magnitude, tanto na PA sistólica, como na diastólica, quando comparado ao exercício contínuo. No entanto, Costa *et al.* (2018) compararam, por meio de uma revisão sistemática e meta-análise de estudos randomizados, o efeito do treinamento contínuo (TC) com o treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) sobre a pressão arterial e não encontraram diferença significativa entre os dois protocolos de treinamento para a PA.

A redução da resistência vascular periférica (RVP) é um dos principais mecanismos atribuídos a HPE e a redução da PA crônica. Na redução crônica da PA de repouso, a diminuição de norepinefrina plasmática, diminuição da concentração de vasoconstritores, e adaptações estruturais como remodelamento vascular e angiogênese são fatores importante na diminuição da RVP (Pescatello *et al.*, 2004). Na HPE, em indivíduos saudáveis, a RVP é auxiliada pela diminuição da atividade simpática, a qual promove uma vasodilatação prolongada, e pelo aumento de vasodilatadores locais como histamina, prostaglandinas e óxido nítrico (Halliwill *et al.*, 2013; Perrier-Melo *et al.*, 2020).

Em indivíduos com desordens vasculares a HPE ocorre também pela diminuição do volume sistólico, visto que há uma diminuição da pré carga que não é compensada pelo aumento da frequência cardíaca (Perrier-Melo *et al.*, 2020). Por fim, intensidade mais altas parecem promover maior ativação de mecanismos ligados a redução da resistência periférica e débito cardíaco (Perrier-Melo *et al.*, 2020).

2.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E EXERCÍCIO FÍSICO

O desequilíbrio autonômico é um transtorno caracterizado pelo domínio do sistema nervoso simpático sobre o parassimpático. Esse transtorno pode levar ao aumento da morbidade e mortalidade de uma série de doenças, entre elas doenças cardiovasculares. Além disto, uma menor atividade parassimpática é observada em indivíduos hipertensos, quando comparados à normotensos, e parece estar também associada ao desenvolvimento da Hipertensão (Thayer, Yamamoto e Brosschot, 2010).

Para avaliar o desequilíbrio autonômico é utilizada a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). As medidas de VFC no domínio do tempo e frequência têm sido utilizadas com sucesso para avaliar a atividade parassimpática. No domínio do tempo, o desvio padrão de todos os intervalos RR (SDNN) e a raiz quadrada média da soma dos quadrados das diferenças de intervalos RR adjacentes (RMSSD) têm se mostrado índices úteis, enquanto o espectro de baixa frequência (LF: 0,04-0,15 Hz) e de alta frequência (HF: 0,15–0,40 Hz) são usados como índices do domínio da frequência (Thayer, Yamamoto e Brosschot, 2010).

A prática regular de exercícios físicos aparece como uma solução para aumentar a atividade parassimpática e, assim, diminuir o desequilíbrio autonômico de grupos com esse transtorno. Segundo Masroor *et al.* (2018), o treinamento físico aeróbio combinado ao resistido é capaz de aumentar a

variabilidade da frequência cardíaca de mulheres hipertensas, indicando um aumento da atividade vagal. Assim como Masroor *et al.* (2018), Bhati *et al.* (2019) observaram efeitos positivos do treinamento físico sobre a VFC, visto que os resultados mostraram um aumento da atividade parassimpática, de indivíduos com alguma doença pré-existente, após o treinamento resistido. Diferente das respostas observadas por Masroor *et al.* (2018) e Bhati *et al.* (2019) após um período de treinamento, De Paula *et al.* (2019) verificaram um aumento da atividade simpática e uma diminuição da atividade parassimpática após uma sessão de exercícios aeróbico ou resistido em homens com disfunção autonômica.

Alguns mecanismos fisiológicos especulados como responsáveis pelas adaptações crônicas no controle autonômico cardíaco são: melhora da homeostase e responsividade barorreflexa, e ajustes vasculares causados pelo aumento da biodisponibilidade do óxido nítrico (Bhati *et al.*, 2019). Nas adaptações agudas presume-se que a retirada do fluxo vagal e o aumento do tônus simpático durante o exercício, além da reativação vagal mais lenta após o exercício, expliquem o desequilíbrio autonômico pós-exercício (De Paula *et al.*, 2019).

2.3 REATIVIDADE DA PRESSÃO ARTERIAL E EXERCÍCIO FÍSICO

O teste laboratorial de estresse mental agudo é uma forma padronizada de verificar o efeito do estresse psicológico sobre a função cardiovascular. Uma maior reatividade da pressão arterial (RPA) a esse tipo de teste está associada com um pior estado cardiovascular futuro e é um preditor para a calcificação de artérias coronárias (Chida e Steptoe, 2010; Matthews *et al.*, 2006). Ademais, indivíduos hipertensos apresentam maiores valores de pressão arterial, quando submetidos ao teste de estresse, que normotensos e, portanto, têm um risco maior de eventos cardiovasculares quando expostos a situações de estresse (Gauche *et al.*, 2017).

A mudança do estilo de vida, incluindo aumento do nível de atividade física e reeducação alimentar, é uma estratégia eficaz para reduzir a RPA cronicamente, visto que Georgiades *et al.* (2000) observaram uma redução na reatividade da

pressão arterial sistólica de hipertensos, após seis meses de treinamento aeróbio ou treinamento aeróbio com dieta. O efeito de uma sessão de exercício aeróbio sobre a reatividade da pressão arterial foi investigado por Hamer, Taylor e Steptoe (2006), e eles, assim como Georgiades *et al.* (2000), também verificaram uma redução da RPA. Moreira *et al.* (2014) investigaram o efeito de uma sessão de exercício aeróbio combinado ao resistido sobre a RPA, e constataram que esse tipo de exercício também é capaz de reduzir a reatividade da pressão arterial em adultos saudáveis. Por fim, Gauche *et al.* (2017) compararam dois protocolos de exercícios resistidos, tradicional e circuito, sobre a RPA em mulheres hipertensas. Os dois protocolos reduziram a reatividade da pressão arterial, mas não foi observada diferença significativa entre os protocolos.

Os mecanismos fisiológicos, sugeridos como responsáveis pela redução aguda na reatividade da pressão arterial, são a diminuição da resistência vascular, pelo aumento da responsividade de receptores β_2 pós-exercício e liberação de óxido nítrico, e redução do tônus simpático devido a redução da norepinefrina, mudanças na sensibilidade barorreflexa e liberação da substância P durante o exercício (Gauche *et al.*, 2017; Moreira *et al.*, 2014; Hamer, Taylor e Steptoe, 2006). Na redução crônica da RPA o aumento do débito cardíaco, devido ao aumento de volume sistólico, e a diminuição da resistência periférica total promovidas pelo treinamento físico são sugeridas como mecanismos responsáveis (Georgiades *et al.*, 2000).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Comparar o efeito agudo do exercício *step* intervalado com o exercício de caminhada contínuo nos parâmetros cardiovasculares de mulheres hipertensas na pós-menopausa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se o exercício *step* intervalado altera as respostas da pressão arterial após o exercício, comparando essas respostas com o exercício de caminhada contínua em mulheres hipertensas na pós-menopausa.
- Verificar se o exercício *step* intervalado altera as respostas autonômicas após o exercício, comparando essas respostas com o exercício de caminhada contínua em mulheres hipertensas na pós-menopausa.
- Verificar se o exercício *step* intervalado altera as respostas da reatividade da pressão arterial à teste de estresse psicológico, comparando essas respostas com o exercício de caminhada contínua em mulheres hipertensas na pós-menopausa.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PARTICIPANTES

As voluntárias foram convidadas através de divulgação por mídias informativas (televisão, rádio, mídias sociais) disponíveis a comunidade. A amostra foi selecionada de forma não-probabilística, voluntariamente. Para participar do estudo, os voluntários deveriam ser mulheres, com idade entre 50 e 70 anos, ter no mínimo 12 meses de amenorreia, ter o diagnóstico prévio de hipertensão controlada e não apresentar problemas físicos ou cardiovasculares que as impedissem de realizar exercícios físicos. Elas também não poderiam fumar ou ter diagnóstico prévio de Diabetes Mellitus. Antes de iniciarem qualquer atividade, uma entrevista foi realizada na qual uma anamnese foi preenchida e todos os procedimentos metodológicos, critérios de inclusão e exclusão, e potenciais riscos do estudo foram informados. No mesmo dia, as voluntárias que atendiam aos critérios de inclusão assinavam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de

Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE: 07839218.8.0000.5152).

O cálculo amostral foi realizado através do software G.Power (versão 3.1.9.2), tendo como referência as orientações propostas por Beck, (2013). Para o cálculo de estimação do tamanho da amostra a priori, foi definido o teste ANOVA de medidas repetidas com dois fatores, com erro alfa de 0,05, poder de 0,80, correlação entre as medidas repetidas de 0,50 e correção de não esfericidade de 1. Para a variável tamanho de efeito adotou-se o F de Cohen de 0,28 obtido a partir dos dados de variação da pressão arterial sistólica de repouso, do estudo de Carpio-Rivera *et al.*, (2016). Assim, o cálculo amostral resultou em uma amostra mínima de 8 voluntárias por grupo.

Caso a voluntária não conseguisse realizar o protocolo de exercício proposto ou não comparecesse ao local de coleta, no dia e horário marcados, por mais de uma vez, ela era excluída do estudo.

4.2 DESENHO EXPERIMENTAL

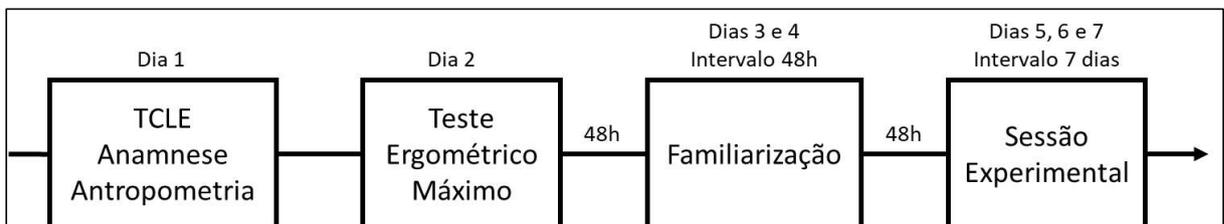


Figura 1. Desenho experimental

O presente estudo é caracterizado como um ensaio clínico *crossover*, controlado e randomizado. O ensaio clínico seguiu as recomendações do *Consolidated Standarts of Reporting Trials* (CONSORT) (Boutron *et al.*, 2017) e as recomendações para ensaios clínicos envolvendo hipotensão pós exercício de De Brito *et al.*, (2019). A randomização da ordem das sessões foi realizada pelo método de randomização de lista no site random.org. Todas as seis combinações aleatórias possíveis foram sorteadas. As ordens EI-CO-EC, EI-EC-CO e EC-EI-CO foram sorteadas uma vez cada, a ordem CO-EI-EC foi sorteada duas vezes, a

ordem CO-EC-EI foi sorteada três vezes e a ordem EC-CO-EI foi sorteada quatro vezes. A Figura 1 apresenta o desenho experimental.

Após a assinatura do TCLE foram medidas a massa corporal, através de uma balança eletrônica (Sanny®, São Bernardo do Campo, SP, Brasil), e a estatura, com um estadiômetro fixo (Sanny®, São Bernardo do Campo, SP, Brasil).

O teste de esforço máximo foi realizado em esteira ergométrica (Movement RT350, Manaus, Brasil), com incrementos por estágios seguindo o protocolo de Bruce modificado (Bruce *et al.*, 2004; Menenghelo *et al.*, 2010). A frequência cardíaca foi monitorada durante todo o teste por meio de um monitor multiparamétrico (Dixtal Dx3010, Córdoba, Argentina) e a percepção de esforço foi verificada ao final de cada estágio usando a escala de percepção de esforço de Borg (6-20) (Borg, 1998). A frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) foi considerada como o último registro de frequência cardíaca antes da interrupção voluntária, ou pelo médico, do teste de esforço.

Após as duas sessões de familiarização, os participantes realizaram três sessões experimentais em ordem randomizada: sessão controle (CO), exercício intervalado (EI) e exercício contínuo (EC). Para evitar o efeito de uma sessão sobre a outra foi mantido um intervalo de sete dias entre as sessões. Durante as sessões ocorreram cinco momentos de avaliação, pré intervenção (PRE0 e PRE10), 30 minutos pós-intervenção (POS30), 45 minutos pós-intervenção (POS45) e 60 minutos pós-intervenção (POS60). As variáveis avaliadas foram: pressão arterial de repouso (PA_{rep}), frequência cardíaca de repouso (FC_{rep}), variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e reatividade da pressão arterial (RPA). A Figura 2 apresenta o desenho das sessões experimentais.

Todas as coletas foram realizadas no período da manhã e a temperatura da sala de avaliação foi mantida a 22 °C. As voluntárias foram orientadas a seguir sua rotina e a não realizarem exercícios 24 horas antes da coleta. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador e para minimizar o efeito do observador

as fichas de coleta foram separadas por sessão, assim o avaliador não tinha conhecimento dos valores obtidos nas outras sessões.

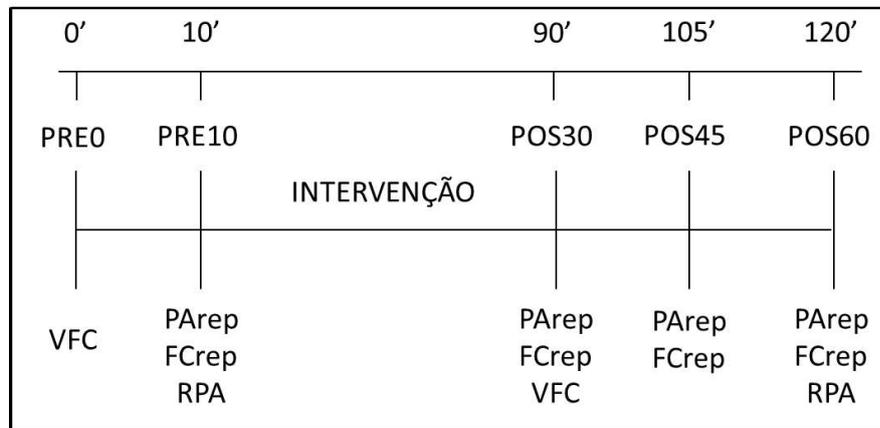


Figura 2. Sessão experimental

4.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Os participantes concluíram três sessões experimentais: controle, exercício intervalado e exercício contínuo. O exercício contínuo foi realizado em uma pista de atletismo de 200 metros e consistia em 5 minutos de aquecimento, 30 minutos de caminhada a uma intensidade de 50% da frequência cardíaca de reserva (FCres) e 5 minutos de volta a calma, seguindo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (Barroso *et al.*, 2020). O exercício intervalado foi uma adaptação do protocolo de Cardozo *et al.*, (2015) e consistia em 5 minutos de aquecimento, 8 séries de 2 minutos subindo e descendo um degrau de 20 centímetros na maior velocidade possível, com recuperação ativa de 2 minutos entre as séries, e 5 minutos de volta a calma. Na sessão controle, as voluntárias ficavam sentadas por 40 minutos no mesmo ambiente das outras sessões. A intensidade dos exercícios intervalado e contínuo foi controlada por meio da monitorização da frequência cardíaca durante o exercício através do cardiofrequencímetro POLAR® modelo RS800cx.

4.4 MEDIDA DA PRESSÃO ARTERIAL DE REPOUSO

As voluntárias permaneciam sentadas, em repouso, por pelo menos 10 minutos antes da medida da pressão arterial. A medida foi realizada sempre no

braço esquerdo, posicionado na mesma altura do coração, pelo método auscultatório através de um esfigmomanômetro coluna de mercúrio. Em cada momento de medida, a PA foi aferida três vezes e a média foi utilizada para análise.

4.5 MEDIDA DA REATIVIDADE DA PRESSÃO ARTERIAL

Para avaliar a RPA, foi utilizado o teste de estresse mental Stroop Color-Word Test (Jensen e Rohwer, 1966) de três minutos. O teste consiste em um vídeo que muda de imagem a cada dois segundos e a voluntária deve falar, o mais rápido possível, a cor das letras presentes na tela, sendo que em cada imagem há dissonância entre a cor do fundo da tela, a cor das letras e a palavra formada. A cada minuto de teste a pressão arterial foi aferida através de um esfigmomanômetro coluna de mercúrio, assim como no estudo de Gauche *et al.*, (2017). Os valores da reatividade da pressão arterial foram descritos por meio do valor máximo de PA alcançado durante o teste (RPA_{máx}) e pela diferença entre a RPA_{máx} e a PA_{rep} pré-teste (Δ RPA).

4.6 MEDIDAS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A frequência cardíaca foi monitorada por meio do cardiofrequencímetro POLAR® modelo RS800cx (frequência de gravação: 1000Hz) antes, durante e após o exercício. A frequência cardíaca durante o exercício foi analisada como a média dos 30 minutos e como a média dos últimos cinco segundos nos minutos 2, 6, 10, 14, 18, 22, 26 e 30 que coincidem com o final das séries do exercício *step* intervalado. A medida da variabilidade da frequência cardíaca foi feita em posição sentada, com respiração espontânea durante 10 minutos em repouso total. A análise da VFC foi realizada no intervalo de 5 minutos centrais desses 10 minutos. Já a avaliação durante o exercício foi utilizada para determinar a

intensidade do exercício. Depois das gravações os dados foram transmitidos para um computador através do software Polar Pro trainer 5®.

A análise de variabilidade da frequência cardíaca foi realizada através do programa Kubios® HRV 3.1 (Universidade de Kuopio, Finlândia), validado por Tarvainen *et al.* (2014), e a remoção de artefatos foi feita por meio do filtro padrão médio do Kubios® HRV 3.1 (TASK-FORCE, 1996).

No domínio do tempo os índices RMSSD e SDNN foram calculados. Para análise no domínio da frequência, a série de intervalos RR foi interpolada a 4 Hz e em seguida houve a remoção do sinal do componente de tendência linear através do método “smooth priors”. Para o cálculo de densidade de potência do espectro, utilizamos a transformada rápida de Fourier (FFT). As zonas do espectro de alta (HF) e baixa (LF) frequências foram calculadas a partir da integral da curva de densidade de potência do espectro em suas zonas respectivas (LF: 0.04 – 0.15 Hz; HF: 0.15- 0.4 Hz; ms²). LF e HF serão expressas em unidades normalizadas (nu), que representam a contribuição relativa de cada componente para a potência total.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores estão apresentados em média \pm desvio padrão. Para testar a confiabilidade dos valores pré-intervenção entre as sessões, foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC). O coeficiente de variação da pressão arterial foi calculado a partir das três medidas realizadas em cada momento das sessões experimentais. A mínima mudança detectável (MDC) foi calculada conforme, Nelson e Petersen (2017). A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. A técnica estatística ANOVA de medidas repetidas com dois fatores (sessão, tempo) foi utilizada para comparações estatísticas momento-a-momento. A área sob a curva (ASC) foi calculada pela regra dos trapézios repetidos e a técnica estatística ANOVA de medidas repetidas foi utilizada para comparação da curva entre as sessões experimentais. Comparações post hoc foram realizadas usando o teste complementar de Bonferroni. O efeito

líquido de cada exercício foi calculado pela equação: [(pós-exercício – pré-exercício) – (pós-controle – pré-controle)]. O teste t pareado foi utilizado para comparar o efeito líquido dos exercícios. Para todas as análises estatísticas, o nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$ e o software estatístico utilizado foi o SPSS® versão 26.0.0.0.

5 RESULTADOS

No início, 28 mulheres que atendiam os critérios de inclusão foram convidadas a participar do estudo. Doze mulheres se recusaram a participar e as 16 mulheres, que concordaram em participar, tiveram a ordem das sessões experimentais randomizadas. Durante o seguimento, quatro participantes deixaram o estudo. Por fim, 12 voluntárias tiveram os dados analisados em três diferentes sessões experimentais. A Figura 3 apresenta o fluxograma do estudo.

As características gerais dos participantes estão descritas na Tabela 1. Durante o exercício, o percentual da frequência cardíaca máxima não foi diferente entre o protocolo intervalado e o contínuo (78 ± 7 e $76 \pm 7\%$ da FCmax respectivamente, $p=0,097$). Valores da frequência cardíaca durante o exercício estão descritos na Tabela 2.

Os valores da pressão arterial em repouso apresentaram um coeficiente de variação médio de 3,2% e uma confiabilidade entre as sessões de: PAS = 0,887; PAD = 0,908; PAM = 0,920. Na PAS houve diferenças significativas na interação ($p = 0,008$, $\eta^2 = 0,297$, $1-\beta = 0,856$) e no tempo ($p = 0,006$, $\eta^2 = 0,402$, $1-\beta = 0,868$). Após análise post hoc, a PAS foi menor no momento POS60 na sessão de EI ($p = 0,052$) e na sessão de EC ($p=0,011$), quando comparados a sessão CO. A área sob a curva do Δ PAS foi menor no exercício intervalado ($p = 0,021$) e no contínuo ($p = 0,026$) que na sessão controle. Entretanto, não foi diferente entre as sessões de exercício ($p > 0,999$). Os valores da PAD apresentaram diferença significativa apenas no tempo ($p = 0,008$, $\eta^2 = 0,414$, $1-\beta = 0,827$) e a área sob a curva do Δ PAD não foi diferente entre as sessões experimentais ($p = 0,134$, $\eta^2 =$

0,169, $1-\beta = 0,393$). Na PAM observou-se diferença significativa na interação ($p = 0,038$, $\eta^2 = 0,217$, $1-\beta = 0,685$) e no tempo ($p = 0,007$, $\eta^2 = 0,443$, $1-\beta = 0,847$). Após análise post hoc, a PAM foi menor no momento POS60 apenas na sessão de EI ($p = 0,016$) quando comparado a sessão CO. No entanto, a área sob a curva do Δ PAM não foi diferente entre as sessões experimentais ($p = 0,096$, $\eta^2 = 0,196$, $1-\beta = 0,456$) (Figura 4).

A partir do cálculo de efeito líquido para o momento POS60, foi observado uma redução na PAS de $12,07 \pm 14,60$ mmHg após o exercício intervalado e de $13,95 \pm 13,10$ mmHg no exercício contínuo, sem diferença entre eles ($p = 0,592$). Na PAD, a redução foi de $3,21 \pm 6,00$ mmHg no intervalado e $2,37 \pm 7,95$ mmHg, sem diferença entre eles ($p = 0,639$). Na PAM, a redução foi de $6,16 \pm 6,47$ mmHg no intervalado e de $6,23 \pm 7,58$ mmHg, sem diferença entre eles ($p = 0,971$). Por fim, a FC aumentou $14,25 \pm 9,02$ bpm no intervalado e $12,62 \pm 6,87$ no contínuo, sem diferença entre eles ($p = 0,488$).

Através do cálculo da mínima mudança detectável para os valores da pressão arterial (PAS = 8,26 mmHg; PAD = 5,58 mmHg; PAM = 4,90 mmHg) e dos valores individuais obtidos pelo cálculo do efeito líquido, foi possível constatar que após uma sessão de exercício intervalado 58,33% das participantes reduziram a PAS, 25,00% a PAD e 66,67% a PAM acima da MDC. Na sessão de exercício contínuo 58,33% reduziram a PAS, 33,33% a PAD e 66,67% a PAM acima da MDC (Figura 5).

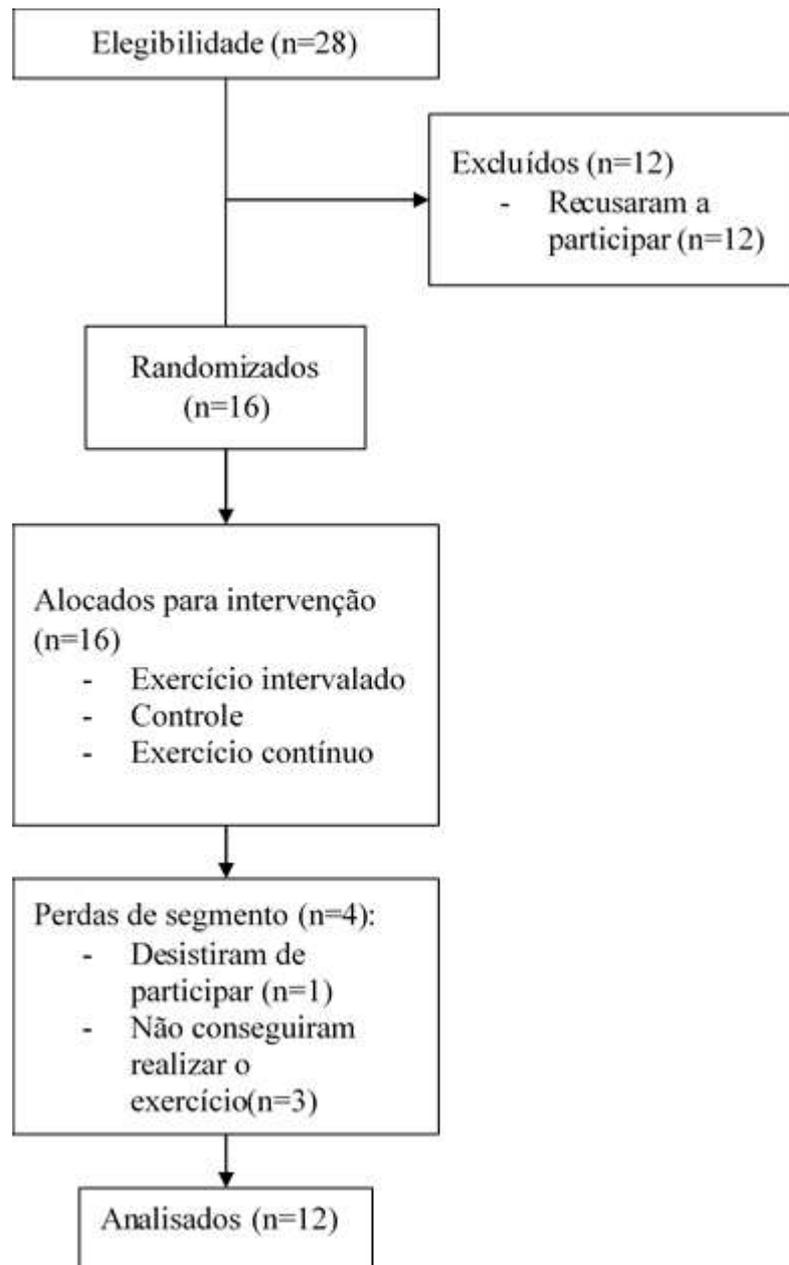


Figura 3. Fluxograma do estudo

Tabela 1. Características Gerais dos Participantes

MEDIDAS	n = 12
Antropometria	Média ± DP
Idade (anos)	59 ± 4
Massa Corporal (kg)	79,45 ± 13,13
Estatura (m)	1,62 ± 0,06
IMC (kg/m ²)	29,78 ± 4,10
Tempo após a menopausa	12 ± 7
Cardiovasculares	Média ± DP
PAS repouso (mmHg)	120 ± 12
PAD repouso (mmHg)	78 ± 9
PAM repouso (mmHg)	92 ± 10
FC repouso (bpm)	73 ± 11
FCmáx (bpm)	155 ± 15
Nível de atividade física	n (%)
Ativo	4 (33)
Inativo	8 (67)
Terapia Anti-hipertensiva	n (%)
Uma	6 (50)
Duas ou mais	6 (50)
Anti-hipertensivos	n (%)
B-bloqueadores	2 (11)
BRA	8 (44)
iECA	1 (06)
Diuréticos	6 (33)
BCC	1 (06)

IMC: índice de massa corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; BRA: bloqueador dos receptores de angiotensina; iECA: inibidor da enzima conversora de angiotensina; BCC: bloqueadores dos canais de cálcio.

Tabela 2. Frequência cardíaca durante os exercícios intervalado e contínuo.

TEMPO	FC (bpm)	
	EI	EC
Repouso	72 ± 10	73 ± 10
2 min	124 ± 12	108 ± 13
6 min	131 ± 12	110 ± 17
10 min	131 ± 12	111 ± 18
14 min	132 ± 12	113 ± 20
18 min	133 ± 12	114 ± 20
22 min	134 ± 13	115 ± 19
26 min	134 ± 13	118 ± 18
30 min	137 ± 15	116 ± 20

Valores: média ± desvio padrão; FC: frequência cardíaca; EI: exercício intervalado; EC: exercício contínuo.

Os valores de frequência cardíaca em repouso apresentaram uma confiabilidade entre sessões de 0,904. Na FC observou-se diferença significativa na interação ($p < 0,001$, $\eta^2 = 0,629$, $1-\beta = 1,000$), na condição ($p < 0,001$, $\eta^2 = 0,580$, $1-\beta = 0,991$) e no tempo ($p = 0,022$, $\eta^2 = 0,313$, $1-\beta = 0,704$). A área sob a curva do ΔFC foi maior no exercício intervalado ($p < 0,001$) e no contínuo ($p < 0,001$) que na sessão controle. Entretanto, não foi diferente entre as sessões de exercício ($p = 0,573$).

Na análise de variabilidade da frequência cardíaca, os valores de repouso apresentaram confiabilidade de: RMSSD = 0,923; SDNN=0,907; LF = 0,848; HF = 0,848. Após intervenção, os índices SDNN e RMSSD aumentaram na sessão controle e diminuíram nas sessões de exercício (Tabela 3).

A Tabela 4 apresenta as medidas de reatividade da pressão arterial. Os valores de RPA em repouso apresentaram confiabilidade entre as sessões de: PASmax = 0,868; PADmax = 0,879. Após a intervenção, houve diminuição da PASmax nas sessões de exercício e aumento na sessão controle. Após análise post-hoc, apenas a sessão de EC apresentou valores de PASmax menores ($p=0,04$) que a sessão controle no momento pós-intervenção. Os valores de ΔPAS e ΔPAD diminuíram em todas as sessões, sem diferença entre elas.

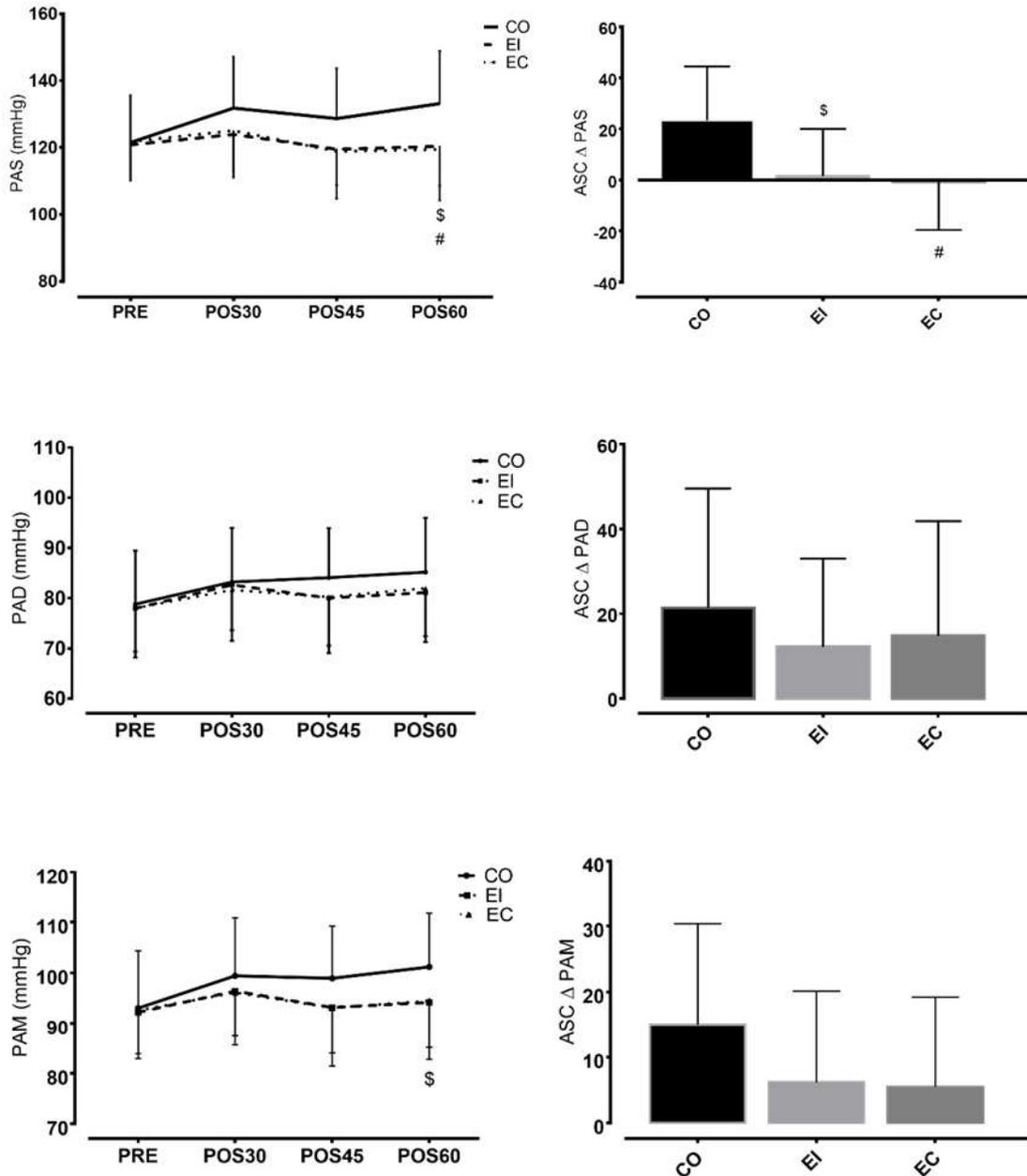


Figura 4. Comportamento da pressão arterial sistólica, diastólica e média nas sessões experimentais.

PRE: pré exercício; POS30: 30 minutos pós-exercício; POS45: 45 minutos pós-exercício; POS60: 60 minutos pós-exercício; CO: controle; EI: exercício intervalado; EC: exercício contínuo; # diferença significativa entre a sessão EC e a sessão CO; \$ diferença significativa entre a sessão EI e a sessão CO.

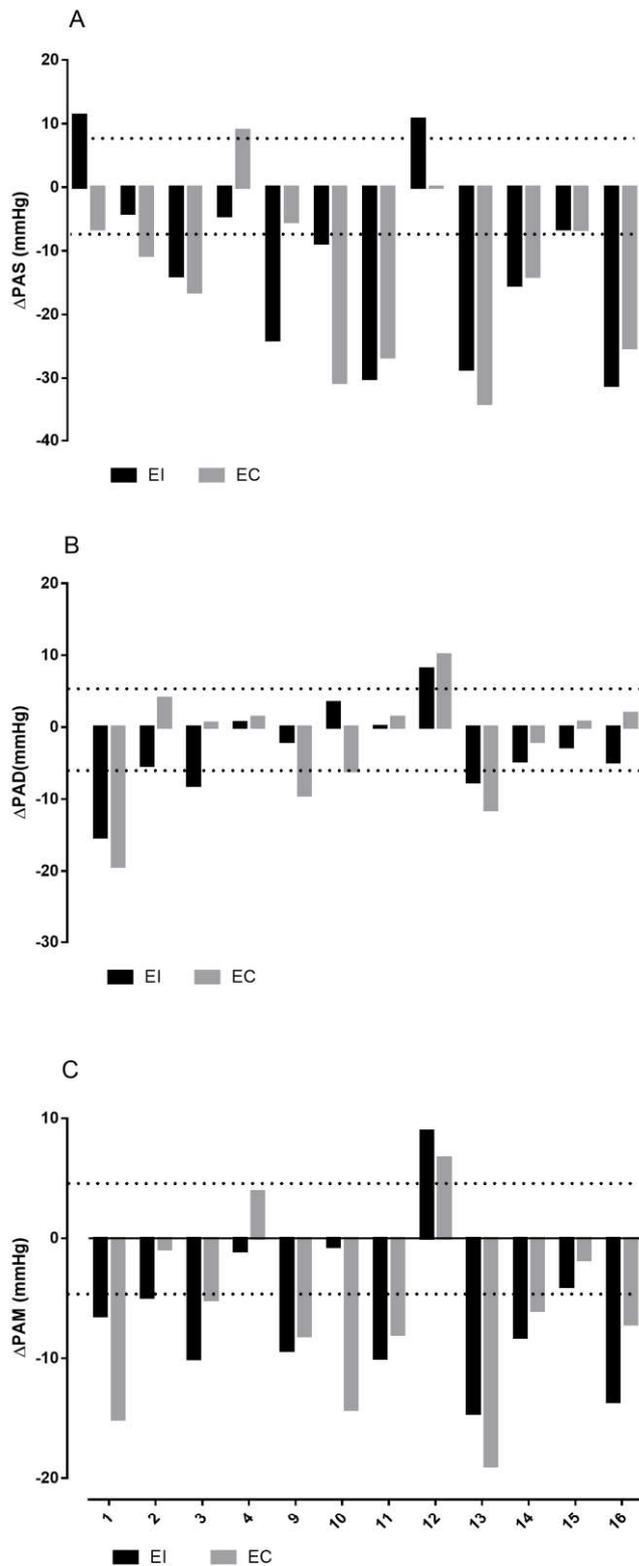


Figura 5. Valores individuais do efeito líquido dos exercícios intervalado e contínuo na pressão arterial sistólica (A), diastólica (B) e média (C). A linha tracejada (---) representa a mínima diferença modificável.

Tabela 3. Dados autonômicos avaliados pré e pós-intervenção

VALORES	PRE	POS	P interação	P grupo	P tempo	η^2	1- β
SDNN (ms)							
CO	23,1 \pm 10,7	32,4 \pm 17,0	0,017	0,001	0,818	0,399	0,727
EI	21,0 \pm 13,6	16,1 \pm 6,5					
EC	21,7 \pm 10,8	18,2 \pm 8,5					
RMSSD							
CO	21,6 \pm 12,9	30,0 \pm 22,8	0,037	0,005	0,376	0,329	0,583
EI	19,8 \pm 17,4	13,1 \pm 8,7					
EC	20,1 \pm 13,6	13,6 \pm 9,3					
LF (nu)							
CO	65,4 \pm 19,8	67,9 \pm 21,6	0,788	0,449	0,072	0,021	0,083
EI	60,0 \pm 25,5	66,4 \pm 24,4					
EC	64,8 \pm 23,6	71,3 \pm 19,5					
HF (nu)							
CO	34,6 \pm 19,8	32,0 \pm 21,3	0,795	0,447	0,070	0,021	0,082
EI	40,0 \pm 25,5	33,6 \pm 24,4					
EC	35,2 \pm 23,6	28,7 \pm 19,5					

Valores: média \pm desvio padrão; CO: controle; EI: exercício intervalado; EC: exercício contínuo;

LF: baixa frequência; HF: alta frequência; SDNN: Desvio padrão de todos os intervalos RR;

RMSSD: Raiz quadrada média da soma dos quadrados das diferenças de intervalos RR adjacentes.

Tabela 4. Dados da RPA avaliados pré e pós-intervenção

VALORES	PRE	POS	P interação	P grupo	P tempo	η^2	1-β
Δ PAS (mmHg)							
CO	19,6 \pm 9,1	12,8 \pm 9,6	0,502	0,883	0,006	0,061	0,155
EI	17,0 \pm 13,5	14,8 \pm 14,8					
EC	17,4 \pm 10,7	13,5 \pm 7,9					
Δ PAD (mmHg)							
CO	14,4 \pm 9,2	9,2 \pm 9,1	0,593	0,238	0,003	0,046	0,127
EI	12,4 \pm 8,1	8,7 \pm 6,3					
EC	10,7 \pm 6,9	8,0 \pm 7,1					
PASmax (mmHg)							
CO	141,2 \pm 15,1	145,8 \pm 20,8	0,031	0,089	0,446	0,271	0,664
EI	137,8 \pm 17,6	134,8 \pm 17,4					
EC	139,2 \pm 19,2	133,0 \pm 17,5					
PADmax (mmHg)							
CO	93,2 \pm 11,3	94,2 \pm 12,5	0,659	0,242	0,903	0,028	0,088
EI	90,3 \pm 10,0	89,2 \pm 7,9					
EC	90,3 \pm 12,9	90,8 \pm 12,5					

Valores: média \pm desvio padrão; PASmax: valor pico da pressão arterial sistólica durante o teste de estresse;

PADmax: valor pico da pressão arterial diastólica durante o teste de estresse; Δ PAS: diferença entre a PASmax e o valor da pressão arterial sistólica pré-teste; Δ PAD: diferença entre a PADmax e o valor da pressão arterial diastólica pré-teste

6 DISCUSSÃO

Nosso estudo verificou o efeito agudo do exercício *step* intervalado sobre parâmetros cardiovasculares de mulheres hipertensas na pós-menopausa e comparou o efeito do exercício *step* intervalado com o exercício de caminhada contínua. A hipótese alternativa do nosso estudo era que o exercício *step* intervalado promoveria alterações nos parâmetros cardiovascular e que estas alterações seriam superiores as promovidas pelo exercício de caminhada contínua. Os principais resultados do estudo foram as reduções da PA de repouso e da variabilidade da frequência cardíaca nos dois protocolos de exercício quando comparados ao controle e a atenuação da reatividade da pressão arterial apenas no exercício contínuo. Estes resultados confirmam em parte a hipótese alternativa, pois o exercício *step* intervalado se mostrou eficaz em promover alterações em alguns parâmetros cardiovasculares, mas essas alterações não foram maiores que as promovidas pelo exercício de caminhada contínua.

Para garantir a confiabilidade das medidas entre as sessões foi calculado o coeficiente de correlação intraclass dos valores pré-intervenção. Segundo Koo e Li, (2016) valores de ICC entre 0,83-0,94 podem ser considerados como excelentes, portanto, as medidas do nosso estudo apresentaram excelente confiabilidade entre as sessões. Para avaliar a variabilidade das medidas de pressão arterial momento a momento foi utilizado o coeficiente de variação. O valor médio do coeficiente de variação da pressão arterial observado em nosso estudo foi menor que o apresentado no estudo de Gauche *et al.*, (2017) que também utilizou o método auscultatório para medir a pressão arterial. Desta forma, sugerimos que as variações entre sessões e entre medidas não são responsáveis pelas diferenças significativas observadas neste estudo.

Uma recente meta-análise (Perrier-Melo *et al.*, 2020) comparou o efeito agudo de exercícios intervalados e contínuos na pressão arterial e concluiu que o

exercício intervalado promove hipotensão pós-exercício de maior magnitude que o exercício contínuo entre 45 e 60 minutos pós exercício. Os autores afirmam que esta diferença entre os tipos de exercício deve-se ao fato de o EI induzir maior redução na resistência vascular periférica pós exercício que o EC. Na meta-análise foram incluídos 12 estudos, sendo sete em bicicleta ergométrica e cinco em esteira ergométrica. Apenas dois dos 12 estudos foram realizados exclusivamente com mulheres e só o estudo de Costa *et al.*, (2020) foi realizado com mulheres hipertensas. Assim, nosso estudo parece ser o primeiro a comparar o efeito do exercício contínuo ao intervalado na pressão arterial de mulheres hipertensas sem utilizar um ergômetro para realizar o exercício.

Costa *et al.*, (2020), assim como nosso estudo, equalizou as duas sessões por volume, 30 minutos. Os autores observaram redução da PAS após o exercício contínuo no minuto 30, e no exercício intervalado nos minutos 30, 60, 90 e 120, quando comparados a situação controle. Não foram observadas mudanças na PAD pós exercício e a frequência cardíaca aumentou após ambos os exercícios quando comparados ao controle. Nosso estudo corrobora com os resultados encontrados por Costa *et al.*, (2020), pois também observamos redução da PAS e aumento da FC após o exercício contínuo e o intervalado, e não encontramos redução na PAD. Entretanto, nosso estudo não tinha como objetivo avaliar a duração da HPE, diferente do estudo supracitado, mas sim a magnitude da HPE em 60 minutos pós exercício. Assim, não podemos afirmar que o exercício *step* intervalado teria, ou não, uma hipotensão pós exercício mais prolongada que o exercício de caminhada contínuo, mas podemos afirmar que ele não possui uma magnitude de HPE superior ao exercício contínuo durante 60 minutos pós exercício.

Os estudos de Pimenta *et al.*, (2019), Santos *et al.*, (2018) e Morales-Palomo *et al.*, (2017), presentes na meta-análise de Perrier-Melo *et al.*, (2020), compararam a magnitude da HPE do exercício intervalado com o contínuo e concluíram que o exercício intervalado promoveu uma hipotensão de maior magnitude que o exercício contínuo no período de uma hora após o exercício. No

entanto, os demais estudos citados na mesma meta-análise, quando analisados individualmente, não mostraram diferenças significativas entre a magnitude da HPE do EI e do EC até uma hora após o exercício. Deste modo, nós sugerimos que o EI não promove um HPE de maior magnitude que o EC até uma hora após o exercício em mulheres hipertensas, uma vez que nosso estudo, assim como a maioria dos estudos, não observou diferença entre a magnitude da HPE entre EI e EC. Ademais, é possível que o exercício intervalado promova uma HPE mais duradora e não de maior magnitude, uma vez que os estudos de Costa *et al.*, (2020), Maya *et al.*, (2018), Graham *et al.*, (2016) e Angadi, Bhammar e Gaesser, (2015) observaram uma maior duração da HPE após EI comparado ao EC.

É importante destacar que foi observado uma redução média na PAS de 12,07 mmHg no exercício intervalado e de 13,95 mmHg no exercício contínuo 60 minutos após exercício, quando comparados ao controle, e que após uma sessão de exercício intervalado ou contínuo 58,33% das participantes reduziram a PAS acima de 8,26 mmHg, valor obtido por meio do cálculo da mínima mudança detectável para PAS.

Uma revisão sistemática (Hamer, Taylor e Steptoe, 2006) concluiu que uma sessão de exercício aeróbio parece atenuar a reatividade da pressão arterial a estresses psicológicos. No entanto, dos 15 estudos incluídos na revisão apenas um estudo investigou indivíduos limítrofes para hipertensão. O estudo de Boone *et al.*, (1993), avaliou a reatividade da pressão arterial de oito indivíduos limítrofes para hipertensão, durante o Stroop Color-Word Test (Jensen e Rohwer, 1966), e os autores concluíram que uma sessão de 60 minutos de exercício em esteira a 60% $VO_2máx$ é capaz de atenuar a RPA.

Pelo nosso conhecimento, apenas o estudo de Gauche *et al.*, (2017) avaliou a reatividade da pressão arterial a um teste de estresse em mulheres hipertensas, tal como nosso estudo. No entanto, o estudo comparou o efeito do exercício resistido tradicional com o circuito sobre a RPA. Desta forma, nosso estudo

parece também ser o primeiro a comparar o efeito do exercício intervalado com o contínuo sobre a RPA em mulheres hipertensas.

Nossos resultados de reatividade da pressão arterial revelam uma atenuação no valor máximo de PAS durante o *Stroop Color-Word Test* (Jensen e Rohwer, 1966) após a sessão de exercício contínuo, quando comparada a sessão controle, mas sem diferença entre as sessões de exercício e entre o exercício intervalado e a sessão controle. Acreditamos que essa atenuação se deve ao mesmos mecanismos relacionados a HPE, como uma sustentada vasodilatação histaminérgica e reinicialização do barorreflexo (Halliwill *et al.*, 2013). Em relação ao efeito da intensidade e do tipo de exercício sobre a RPA, devido ao baixo poder observado para a análise de interação, são necessários mais estudos para saber se realmente essa variável do exercício produz, ou não, uma maior atenuação da RPA.

Ademais, nosso estudo também mostrou uma redução na variabilidade da frequência cardíaca e um aumento persistente da frequência cardíaca após os dois tipos de exercício, quando comparados ao controle. O aumento persistente da FC e a redução na VFC após as duas sessões de exercício, comparadas a sessão controle, podem ser decorrentes de desequilíbrio autonômico. Comum em indivíduos hipertensos após a realização de exercício físico, consiste em atraso na reativação parassimpática e demora na retirada do fluxo simpático durante a recuperação pós exercício (Costa *et al.*, 2020).

Visto os resultados observados em nosso estudo, sugerimos que o EI é eficaz em promover uma redução na pressão arterial sistólica de repouso, mas não promove uma HPE de maior magnitude que o EC, ao menos em mulheres hipertensas após a menopausa durante a primeira hora após exercício. Além disto, tanto o EI, como o EC promovem aumento da frequência cardíaca de repouso e diminuição da atividade parassimpática após exercício físico. Por fim, é possível que o exercício contínuo seja superior ao intervalado na redução da reatividade

da pressão arterial, mas devido ao baixo poder observado são necessários mais estudos para comprovar essa hipótese.

O exercício *step* intervalado aparece então como um promissor protocolo para auxiliar no tratamento da HAS, além disso, ele não necessita de ergômetro para sua realização e permite alcançar altas intensidades de forma controlada. Ademais, uma maior diversidade de protocolos de exercício físico é fundamental para melhorar a intervenção dos profissionais de saúde na prevenção e combate a doenças crônicas não transmissíveis como a HAS, pois permite a esses profissionais escolher o protocolo que melhor se adapte ao ambiente e a população atendida.

O estudo tem algumas limitações. Os valores de pressão arterial, reatividade da pressão e variabilidade da frequência cardíaca foram monitorados por um curto período e somente valores de pressão arterial apresentam associação entre alterações agudas e crônicas promovidas por exercício físico (Wegmann *et al.*, 2017). Assim, nossos resultados não devem ser extrapolados para abordagens crônicas. Outra limitação foi o cálculo amostral, pois como foi realizado com base na variável de desfecho primário algumas variáveis secundárias apresentaram um baixo poder observado, no entanto, a variável de desfecho primário apresentou poder observado acima do valor estimado para o cálculo amostral. Ademais, não houve cegamento do avaliador o que aumenta o erro de observação. No entanto, o avaliador não tinha acesso as medidas das outras sessões, assim, o erro do observador ficou restrito aos valores avaliados em uma mesma sessão. Por fim, uma vez que as diferenças significativas observadas foram entre sessões e não dentro das sessões acreditamos que esta limitação não comprometa nossos achados.

7 CONCLUSÃO GERAL

Em conclusão, o exercício *step* intervalado foi capaz de reduzir a pressão arterial durante 60 minutos após sua realização. Entretanto, não foi capaz de atenuar a reatividade da pressão arterial e as reduções na pressão arterial de repouso não se diferem da redução promovida pelo exercício de caminhada contínua, recomendado pelas principais diretrizes de exercício físico para pacientes hipertensos.

REFERÊNCIAS

- ANGADI, S. S.; BHAMMAR, M. D.; GAESSER, A. G. POSTEXERCISE HYPOTENSION AFTER CONTINUOUS, AEROBIC INTERVAL, AND SPRINT INTERVAL EXERCISE. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 10, p. 2888–2893, 2015. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000939>
- BARROSO, W. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. **Arq Bras Cardiol**, p. 1–143, 2020.
- BECK, T. W. The Importance of A priori Sample Size Estimation in Strength and Conditioning Research. v. 27, n. 8, p. 2323–2337, 2013. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278eea0>
- BHATI, P. *et al.* Does resistance training modulate cardiac autonomic control? A systematic review and meta-analysis. **Clinical Autonomic Research**, v. 29, n. 1, p. 75–103, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10286-018-0558-3>
- BOONE, J. B. *et al.* Postexercise hypotension reduces cardiovascular responses to stress. **Journal of Hypertension**, v. 11, p. 449–453, 1993. <https://doi.org/10.1097/00004872-199304000-00017>
- BORG, G. Borg’s perceived exertion and pain scales. **Human kinetics.**, 1998.
- BOUTRON, I. *et al.* CONSORT Statement for randomized Trials of nonpharmacologic treatments: A 2017 update and a CONSORT extension for nonpharmacologic Trial Abstracts. **Annals of Internal Medicine**, v. 167, p. 40–47, 2017. <https://doi.org/10.7326/M17-0046>
- BRAHMBHATT, Y.; GUPTA, M.; HAMRAHIAN, S. Hypertension in Premenopausal and Postmenopausal Women. **Current Hypertension Reports**, v. 21, n. 10, p. 1–10, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11906-019-0979-y>
- BRITO, L. C. DE *et al.* Recommendations in Post-exercise Hypotension: Concerns, Best Practices and Interpretation. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 8, p. 487–497, 2019. <https://doi.org/10.1055/a-0938-4415>
- BRUCE, R. A. *et al.* Exercising testing in adult normal subjects and cardiac

- patients. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, v. 9, n. 3, p. 291–303, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2004.93003.x>
- CARDOZO, G. G. *et al.* Effects Of High Intensity Interval Vs. Moderate Continuous Training On Markers Of Ventilatory And Cardiac Efficiency In Coronary Heart Disease Patients. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, p. 791, 2015. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000478898.64350.a0>
- CARPIO-RIVERA, E. *et al.* Acute effects of exercise on blood pressure: A meta-analytic investigation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 106, n. 5, p. 422–433, 2016. <https://doi.org/10.5935/abc.20160064>
- CHIDA, Y.; STEPTOE, A. Greater cardiovascular responses to laboratory mental stress are associated with poor subsequent cardiovascular risk status: A meta-analysis of prospective evidence. **Hypertension**, v. 55, n. 4, p. 1026–1032, 2010. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.146621>
- CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, v. 2, n. 1, 2013. <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
- COSTA, E. C. *et al.* Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training On Blood Pressure in Adults with Pre- to Established Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. **Sports Medicine**, v. 48, n. 9, p. 2127–2142, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0944-y>
- COSTA, E. C. *et al.* Acute Effect of High-Intensity Interval Versus Moderate-Intensity Continuous Exercise on Blood Pressure and Arterial Compliance in Middle-Aged and Older Hypertensive Women With Increased Arterial Stiffness. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 5, p. 1307–1316, 2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003552>
- ETTEHAD, D. *et al.* Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: A systematic review and meta-analysis. **The Lancet**, v. 387, n. 10022, p. 957–967, 2016. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01225-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01225-8)
- GAUCHE, R. *et al.* Blood pressure reactivity to mental stress is attenuated following resistance exercise in older hypertensive women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, p. 793–803, 2017. <https://doi.org/10.2147/CIA.S130787>
- GEORGIADES, A. *et al.* Effects of exercise and weight loss on mental stress-induced cardiovascular responses in individuals with high blood pressure. **Hypertension**, v. 36, n. 2, p. 171–176, 2000. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.36.2.171>
- GRAHAM, M. J. *et al.* Low-volume intense exercise elicits post-exercise hypotension and subsequent hypervolemia, irrespective of which limbs are exercised. **Frontiers in Physiology**, v. 7, n. MAY, p. 1–11, 2016. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00199>
- HALLIWILL, J. R. *et al.* Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: What happens after we exercise? **Experimental Physiology**, v.

- 98, n. 1, p. 7–18, 2013. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058065>
- HAMER, M.; TAYLOR, A.; STEPTOE, A. The effect of acute aerobic exercise on stress related blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. **Biological Psychology**, v. 71, n. 2, p. 183–190, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.04.004>
- JENSEN, A. R.; ROHWER, W. D. THE STROOP COLOR-WORD TEST: A REVIEW. **Acta Psychologica**, p. 36–93, 1966. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(66\)90004-7](https://doi.org/10.1016/0001-6918(66)90004-7)
- KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- LIMA, R.; WOFFORD, M.; RECKELHOFF, J. F. Hypertension in postmenopausal women. **Current Hypertension Reports**, v. 14, n. 3, p. 254–260, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11906-012-0260-0>
- MALACHIAS MVB, SOUZA WKS; PLAVNIK FL, RODRIGUES CIS, BRANSÃO AA, N. M. 7ª DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, p. 103, 2016.
- MASROOR, S. *et al.* Heart Rate Variability following Combined Aerobic and Resistance Training in Sedentary Hypertensive Women: A Randomised Control Trial. **Indian Heart Journal**, v. 70, p. S28–S35, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.03.005>
- MATTHEWS, K. A. *et al.* Blood pressure reactivity to psychological stress and coronary calcification in the coronary artery risk development in young adults study. **Hypertension**, v. 47, n. 3, p. 391–395, 2006. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000200713.44895.38>
- MAYA, Á. T. D. *et al.* High-intensity interval aerobic exercise induced a longer hypotensive effect when compared to continuous moderate. **Sport Sciences for Health**, v. 14, n. 2, p. 379–385, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11332-018-0444-3>
- MENENGHELO, R. *et al.* III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 5 Supl 1, p. 1–26, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010002400001>
- MORALES-PALOMO, F. *et al.* Acute Hypotension after High-Intensity Interval Exercise in Metabolic Syndrome Patients. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 7, p. 560–567, 2017. <https://doi.org/10.1055/s-0043-101911>
- MOREIRA, S. R. *et al.* Combined exercise circuit session acutely attenuates stress-induced blood pressure reactivity in healthy adults. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 1, p. 38–46, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000135>
- NELSON, R.; PETERSEN, C. The reliability and minimal detectable change of the cardiovascular response and self-selected exercise intensity during forward and backward treadmill exercise in individuals with Parkinson disease. **SAGE**

- Open Medicine**, v. 5, p. 205031211773622, 2017. <https://doi.org/10.1177/2050312117736229>
- PAULA, T. DE *et al.* Acute Effect of Aerobic and Strength Exercise on Heart Rate Variability and Baroreflex Sensitivity in Men With Autonomic Dysfunction. **Journal of strength and conditioning research**, v. 33, n. 10, p. 2743–2752, 2019. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002372>
- PERRIER-MELO, R. J. *et al.* Acute effect of interval vs. Continuous exercise on blood pressure: Systematic review and meta-analysis. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 1, p. 5–14, 2020.
- PESCATELLO, L. S. *et al.* Exercise and Hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 3, p. 533–553, 2004. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A>
- PIMENTA, F. C. *et al.* High-intensity interval exercise promotes post-exercise hypotension of greater magnitude compared to moderate-intensity continuous exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 0, n. 0, p. 0, 2019.
- SANTOS, J. *et al.* Effect of a High-Intensity Interval Training Session on Post-Exercise Hypotension and Autonomic Cardiac Activity in Hypertensive Elderly Subjects. **Research Journal of the American Society of Exercise Physiologists**, v. 21, n. 3, p. 58–70, 2018.
- TARVAINEN, M. P. *et al.* Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 113, n. 1, p. 210–220, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>
- TASK-FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v. 1, n. 93, p. 1043–65, 1996. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
- THAYER, J. F.; YAMAMOTO, S. S.; BROSSCHOT, J. F. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. **International Journal of Cardiology**, v. 141, n. 2, p. 122–131, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.09.543>
- WEGMANN, M. *et al.* Postexercise hypotension as a predictor for long-term training-induced blood pressure reduction: A large-scale randomized controlled trial. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 0, n. 0, p. 1–7, 2017.
- YANES, L. L.; RECKELHOFF, J. F. Postmenopausal hypertension. **American Journal of Hypertension**, v. 24, n. 7, p. 740–749, 2011. <https://doi.org/10.1038/ajh.2011.71>