

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

**EFEITO DA ORDEM DE EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO CONCORRENTE NAS
RESPOSTAS AGUDAS DA PRESSÃO ARTERIAL EM IDOSOS HIPERTENSOS
CONTROLADOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO E CRUZADO**

DENISE RODRIGUES FERNANDES

MESTRADO ACADÊMICO

2020

DENISE RODRIGUES FERNANDES

**EFEITO DA ORDEM DE EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO CONCORRENTE NAS
RESPOSTAS AGUDAS DA PRESSÃO ARTERIAL EM IDOSOS HIPERTENSOS
CONTROLADOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO E CRUZADO**

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

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Kanitz

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Morais Puga

UBERLÂNDIA

2020

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

F363
2020 Fernandes, Denise Rodrigues, 1993-
Efeito da ordem de execução do exercício concorrente nas respostas agudas da pressão arterial em idosos hipertensos controlados [recurso eletrônico] : ensaio clínico randomizado e cruzado / Denise Rodrigues Fernandes. - 2020.

Orientadora: Ana Carolina Kanitz.
Coorientador: 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.2020.60>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Ciências médicas. I. Kanitz, Ana Carolina, 1986-, (Orient.). II. Puga, Guilherme Morais, 1982-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

CDU: 61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



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.ppcs.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 005/PSCSA				
Data:	18.02.2020	Hora de início:	09:00h	Hora de encerramento:	12:00h
Matrícula do Discente:	11812CSD011				
Nome do Discente:	Denise Rodrigues Fernandes				
Título do Trabalho:	Efeito da ordem de execução do exercício concorrente nas respostas agudas da pressão arterial em idosos hipertensos controlados: ensaio clínico randomizado e cruzado				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	2: Diagnóstico, Tratamento e Prognóstico das Doenças e Agravos à Saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Efeitos do treinamento aeróbio aquático nas respostas metabólicas e funcionais de idosas: um ensaio clínico randomizado e controlado				

Reuniu-se na sala 132, Bloco 1B, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Professores Doutores: Rodrigo Ferrari da Silva (UFRGS) e Ana Carolina Kanitz (UFRGS) orientadora da discente via *skype*, e Nadia Carla Cheik (UFU) presente no recinto.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Ana Carolina Kanitz, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu a 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):

Aprovada.

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 **ANA CAROLINA KANITZ, Usuário Externo**, em 19/02/2020, às 16:34, 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 **Nadia Carla Cheik, Membro de Comissão**, em 20/02/2020, às 13:31, 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 **RODRIGO FERRARI DA SILVA, Usuário Externo**, em 21/02/2020, às 17:49, 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 **1883759** e o código CRC **FFF99D5A**.

Denise Rodrigues Fernandes

Efeito da ordem de execução do exercício concorrente nas respostas agudas da pressão arterial em idosos hipertensos controlados: ensaio clínico randomizado e cruzado

Presidente da banca: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Kanitz

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

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Banca Examinadora

Titular: Prof.^a Dr.^a Nadia Carla Cheik

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Titular: Prof. Dr. Rodrigo Ferrari da Silva

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família e ao meu namorado por todo o carinho, paciência e apoio.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Kanitz por seu apoio, dedicação, confiança, paciência e carinho. Obrigada por ser o exemplo de profissional e pessoa pra mim, por ter compartilhado seu conhecimento comigo e me ajudado durante todos esses anos.

Agradeço também à Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde por ter me fornecido a oportunidade de realizar um dos meus sonhos.

Agradeço também ao professor Guilherme Morais Puga e ao Laboratório de Fisiologia Cardiorrespiratória e Metabólica (LAFICAM) por terem me acolhido tão bem.

Agradeço à CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

Agradeço a todos os voluntários que participaram do projeto, pela dedicação durante os treinos, pelo apoio e compreensão da importância desta pesquisa.

Agradeço à Tállita, Tássia e Sara pelo apoio e dedicação.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente tornaram esse projeto possível.

RESUMO

Introdução: O exercício concorrente (EC) proporciona benefícios na força, capacidade cardiorrespiratória e reduções na pressão arterial (PA). Contudo, pouco se sabe sobre a influência da ordem de realização desses exercícios nas respostas agudas da PA. **Objetivo:** Analisar as respostas agudas da PA após EC realizado em ordens distintas em idosos hipertensos controlados. **Material e Métodos:** Quinze idosos (64 ± 5 anos) participaram de três sessões randomizadas em crossover com período de washout de 48h: sessão controle (C), EC na ordem aeróbio-força (AF) e EC na ordem força-aeróbio (FA). O EC foi realizado durante 1h, sendo 30min para o exercício de força realizado com 5 exercícios a 70% de 1RM e 30min para o exercício aeróbio em esteira com intensidade correspondente ao primeiro limiar ventilatório. A PA clínica foi avaliada em repouso, pós-exercício ao longo de 2h e 24h após a sessão. Para análise estatística foi utilizado o teste de Generalized Estimating Equations com teste complementar de Bonferroni. Nas comparações da área sob a curva (ASC) usamos teste de Shapiro-Wilk para normalidade e ANOVA para medidas repetidas ($\alpha = 0,05$). **Resultados:** Em relação a PA sistólica, ocorreu redução 30min após sessão AF (-8mmHg), enquanto na sessão FA obtivemos reduções durante 1h após sessão (-7mmHg) em relação ao repouso. Entre sessões, obtivemos valores menores em ambas sessões de EC comparado a sessão C em 30min (-11mmHg), 45min (-11mmHg) e 90min (-10mmHg). Na sessão FA ocorreu queda pressórica em relação a sessão C em 60min após sessão (-11mmHg). Não foram encontradas diferenças na ASC entre as sessões de exercício, porém observamos diferenças das sessões de exercício em relação a sessão C. A PA diastólica reduziu 30min após AF (-5mmHg) e na sessão FA não ocorreu reduções comparado ao repouso. Entre as sessões não foi encontrado diferença estatística para a PA diastólica e também não foram encontradas diferenças na ASC entre as sessões. Por fim, na PA média, ocorreu queda pressórica em relação ao repouso 30min (-6mmHg) após AF e na sessão FA não ocorreu reduções se comparado ao repouso. Entre sessões, foi observado na AF queda pressórica em relação a sessão C em 30min (-9mmHg) e 45min (-9mmHg). Também não encontramos diferenças na ASC entre as sessões AF e FA na PAM, porém observamos diferenças das sessões de exercício em relação a sessão C. **Conclusão:** Podemos concluir que o EC foi eficaz em gerar hipotensão pós-exercício independente da ordem em idosos hipertensos controlados.

Palavras-chave: exercício concorrente, hipertensão, idosos, pressão arterial, hipotensão pós-exercício

ABSTRACT

Introduction: Concurrent exercise (CE) provides benefits in strength, cardiorespiratory capacity and reductions in blood pressure (BP). However, it is unknown about the influence of the order of performance of these exercises on acute responses in BP. **Objective:** To analyze the acute responses of BP after CE in different orders (aerobic-strength and strength-aerobic) in controlled hypertensive elderly. **Material and Methods:** Fifteen elderly (64 ± 5 years) participated in three randomized crossover sessions with a 48h washout period: control session (C), the CE in the aerobic-strength (AS) order and the CE in the strength-aerobic (SA) order. The CE was performed for 1h, 30min for the strength exercise with 5 exercises at 70% of 1RM and 30min for the aerobic exercise on a treadmill with an intensity corresponding to the first ventilatory threshold. Clinical BP was assessed at rest, in post-exercise over 2h and 24h after the session. For the statistical analysis, the Generalized Estimating Equations test was applied, using Bonferroni's as a complementary test. In comparisons of the area under the curve (AUC), Shapiro-Wilk test for normality and ANOVA for repeated measures ($\alpha = 0.05$). **Results:** Systolic BP decreased 30min after the AS session (-8mmHg), while in the SA session we obtained reductions during 1h after the session (-7mmHg) in relation to rest. Between sessions, we obtained lower values in both CE sessions compared to session C at 30min (-11mmHg), 45min (-11mmHg) and 90min (-10mmHg). In the SA session, there was a blood pressure drop compared to session C at 60min after the session (-11mmHg). No differences in AUC were found between exercise sessions, however, we observed differences in exercise sessions in relation to session C. Diastolic BP decreased 30min after AS (-5mmHg) and in the SA session, there were no reductions compared to rest. Between sessions, no statistical difference was found for diastolic BP and there were also no differences in AUC between sessions. Finally, in the mean BP, there was a pressure drop in relation to rest 30min (-6mmHg) after AS and in the SA session there was no reductions compared to rest. Between sessions, a decrease in BP compared to session C was observed in session 30 minutes (-9mmHg) and 45 minutes (-9mmHg). We did not find differences in AUC between the AS and SA sessions in mean BP, however, we observed differences in the exercise sessions in comparison to session C. **Conclusion:** We can conclude that CE was effective in generating post-exercise hypotension regardless of the order in controlled hypertensive elderly.

Keywords: concurrent exercise, hypertension, elderly, blood pressure, post-exercise hypotension

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho do estudo	27
Figura 2 - Fluxograma com a distribuição dos participantes no estudo	31
Figura 3 - Comportamento da Pressão Arterial (PA) Sistólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C)	34
Figura 4 - Área sob a curva da PA Sistólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C)	34
Figura 5 - Comportamento da PA Diastólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C)	35
Figura 6 - Área sob a curva da PA Diastólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C)	36
Figura 7 - Comportamento da PA Média após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C)	37
Figura 8 - Área sob a curva da PA Sistólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C)	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comportamento agudo da PA de idosos após sessão concorrente.....	16
Tabela 2 - Comportamento agudo da PA de adultos após sessão concorrente.....	18
Tabela 3 - Características dos participantes.....	31

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AF	Ordem aeróbio-força
ARA	Antagonistas do Receptor da Angiotensina II
AVDs	Atividades de Vida Diárias
DC	Débito Cardíaco
ECA	Inibidores da Enzima Conversora de Angiotensina
EF	Exercício Físico
FA	Ordem força-aeróbio
FC	Frequência Cardíaca
GEE	<i>Generalized Estimating Equations</i>
LV ₁	Primeiro Limiar Ventilatório
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAM	Pressão Arterial Média
PAS	Pressão Arterial Sistólica
RVP	Resistência Vascular Periférica
VS	Volume Sistólico
VO ₂	Volume de Oxigênio
1RM	Uma Repetição Máxima

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL E HIPERTENSÃO ARTERIAL	12
2.2 RESPOSTAS HEMODINÂMICAS DO EXERCÍCIO FÍSICO	14
2.2.1 EXERCÍCIO CONCORRENTE	15
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. ARTIGO	23
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural que pode causar modificações fisiológicas, como por exemplo, queda na força e massa muscular (FRONTERA et al., 1985), reduções na aptidão aeróbia e do débito cardíaco máximo (ASTRAND et al., 1973) e aumento da rigidez arterial (ALVIM et al. 2017). Assim, o idoso pode sentir dificuldade em realizar suas atividades com independência e influencia no aparecimento de diversas doenças crônicas como, por exemplo, a Hipertensão Arterial (HA). A HA é uma doença crônica multifatorial definida pelo aumento sustentado da pressão arterial (PA) com contínuo aumento em sua prevalência, atingindo cerca de 31% da população adulta mundial (MILLS et al., 2016). Logo, esta doença tem sido considerada um importante problema de saúde pública no país e no mundo (MALACHIAS et al., 2016)

Para seu tratamento existem métodos farmacológicos e não farmacológicos. Nos métodos farmacológicos, podem ser usados vários tipos de medicamentos como, por exemplo, diuréticos, betabloqueadores, alfabloqueadores, inibidores da enzima conversora da angiotensina (ECA) e antagonistas do receptor da angiotensina II (ARA) (MALACHIAS et al., 2016). Entretanto, a utilização de métodos não medicamentosos como início terapêutico são os mais indicados (mudança no consumo excessivo de sódio, ingestão de álcool, tabagismo e o sedentarismo). A prática regular de exercício físico (EF) também é um método de intervenção para tratar, prevenir e controlar a HA (HERROD et al., 2018). Seus benefícios estão relacionados com a capacidade de reduzir a PA com uma única sessão e este efeito se prolongar por horas após o exercício, ocasionando assim um efeito conhecido como hipotensão pós-exercício (HPE) (FITZGERALD, 1981).

Há na literatura científica diversos estudos que apresentam reduções da PA com a prática de uma única sessão de EF, seja ele exercício aeróbio, de força ou ambos em uma mesma sessão - exercício concorrente (CARPIO-RIVERA et al., 2016). Na metanálise de CARPIO-RIVERA et al. (2016) composta por 65 estudos avaliando os efeitos agudos do EF na PA, os autores encontraram reduções da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) após exercício aeróbio (6 e 4mmHg, respectivamente), após exercício de força (3 e 3mmHg, respectivamente) e após exercício concorrente (7 e 3mmHg, respectivamente). Neste mesmo estudo, também foi encontrado evidências distintas quanto a idade da população, demonstrando que o efeito hipotensor pode ser inversamente proporcional a idade do voluntário devido ao aumento da rigidez arterial e espessura dos vasos, diminuição na complacência e da densidade capilar.

O exercício concorrente tem sido recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (2018) na prescrição de EF para a população idosa por proporcionar melhorias tanto na força muscular, na funcionalidade, capacidade cardiorrespiratória e também na síntese proteica (CADORE et al., 2010; CADORE et al., 2014; CADORE et al., 2017; HURST et al., 2019; MURLASITS et al., 2018; COLLELUORI et al., 2019). Embora haja estudos constatando que a idade pode ser um fator que causa divergência nas respostas pressóricas (CARPIO-RIVERA et al., 2016), grande parte dos estudos que verificaram os efeitos agudos do exercício concorrente na PA foram realizados na população adulta jovem (AZEVEDO et al., 2017; DOMINGUES et al., 2019; KEESE et al., 2011; KEESE et al., 2012; LOVATO et al., 2012; RUIZ et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2011) e poucos estudos realizados na população com mais prevalência da HA, os idosos (ANUNCIAÇÃO et al., 2016; FERRARI et al., 2017). Buscando uma melhor prescrição do exercício concorrente, a nosso conhecimento, a ordem de execução do exercício concorrente foi estudado apenas em dois estudos na literatura científica e não encontraram diferenças entre as sessões (DOMINGUES et al., 2019; LOVATO et al., 2012). Contudo, ambos estudos procuraram investigar os efeitos agudos do EF na PA de adultos normotensos e ambos estudos apresentam limitações como: falta de sessão controle, detalhes estatísticos e o período de monitoramento da HPE.

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as respostas agudas da PA após exercício concorrente realizado em diferentes ordens (aeróbio-força e força-aeróbio) em idosos hipertensos controlados. A hipótese deste estudo foi que uma sessão de exercício concorrente consiga diminuir os valores de PA a níveis abaixo dos em repouso com maior magnitude na sessão força-aeróbio (FA), visto que o exercício de força pode atenuar o efeito vasodilatador do exercício aeróbio (KEESE et al., 2011).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Envelhecimento Populacional e Hipertensão Arterial

O envelhecimento humano é um campo de estudo recente, visto que a expectativa de vida tem aumentado consideravelmente no último século. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a expectativa de vida em 2018 foi de 76,3 anos, aumentando aproximadamente 3 meses em relação ao ano de 2017, no qual era de 76 anos, e significativos 43,5 anos em relação ao ano de 1940 (IBGE, 2019). Com isso, o século XX foi marcante para os estudos sobre o processo do envelhecimento. O aumento da expectativa de vida ocorre devido aos avanços da medicina e a inserção de políticas públicas de saúde iniciando uma transição epidemiológica (PAPALEO NETTO, 2013)

O envelhecimento é um processo natural e traz consigo algumas mudanças fisiológicas importantes que acarreta modificações na funcionalidade do corpo do indivíduo, sentindo dificuldade em realizar atividades de vida diárias (AVDs) como, por exemplo, subir escadas, vestir roupas, calçar sapatos e/ou carregar algum objeto pesado devido à perda na força (FRONTERA et al., 1985) e na mobilidade articular (AMORIM; PERNAMBUCO; VALE, 2016). Ocorre também aumento no depósito de colágeno em artérias e tecidos ocasionando a rigidez arterial, fenômeno caracterizado pela diminuição da complacência e aumento da pressão arterial (ALVIM et al., 2017). Outro fenômeno fisiológico que ocorre no envelhecimento é a queda na aptidão aeróbia (ASTRAND et al., 1973). Como consequência, o idoso fica suscetível ao aparecimento de diversas doenças crônicas como, por exemplo, a HA.

Em 2016, a Sociedade Brasileira de Cardiologia caracterizou a HA como uma doença crônica multifatorial ocasionada pelo aumento sustentado dos níveis pressóricos iguais ou superiores a 140mmHg para PAS e 90mmHg para PAD (MALACHIAS et al., 2016). Contudo, o *American College of Cardiology* expôs uma polêmica mudança na classificação da HA, considerando pessoas com valores pressóricos de 130-139mmHg para PAS e 80-89 mmHg para PAD como hipertensos em estágio 1, aumentando a prevalência da HA nos Estados Unidos de 32% para 46% (WHELTON et al., 2017). Em 2010, cerca de 31,1% da população adulta mundial foi diagnosticada com HA (1,4 bilhão) (MILLS et al., 2016). No Brasil, um inquérito telefônico em grandes capitais realizado pelo Ministério da Saúde constatou que 27,7% da população que reside nas capitais brasileiras possuem diagnóstico de HA e que a doença está associada com o envelhecimento (BRASIL, 2019) e seus fatores de

risco são: a idade, sexo, etnia, excesso de peso, obesidade, ingestão de sal, ingestão de álcool, sedentarismo, fatores socioeconômicos e genético (MALACHIAS et al., 2016).

Para seu tratamento, controle e prevenção, existem métodos medicamentosos e não medicamentosos. Os métodos farmacológicos, podem ser usados vários tipos de medicamentos isolados e combinados, dentre eles, por exemplo, diuréticos, betabloqueadores, alfabloqueadores, inibidores da enzima conversora da angiotensina (ECA) e antagonistas do receptor da angiotensina II (ARA) (MALACHIAS et al., 2016). Contudo, a utilização de métodos não medicamentosos como início terapêutico são os mais recomendados (mudança no consumo excessivo de sódio, ingestão de álcool, tabagismo e o sedentarismo). Nesse sentido, a prática regular de EF tanto para pacientes com baixo risco ou combinado com tratamento farmacológico em pacientes hipertensos em estágio mais elevado têm sido indicados por influenciar na PA e reduzir os valores pressóricos cronicamente (HERROD et al., 2018). O *American College of Sports Medicine* (2018) recomenda para idosos e adultos hipertensos a prática regular de EF aeróbio moderado por, pelo menos, 5x.semana⁻¹ de 30 a 60 min por dia em qualquer modalidade que não imponha estresse excessivo nas articulações. Enfatizam também a realização de EF de força por, no mínimo, 2x. semana⁻¹ em intensidade progressiva e alternada (40% a 80% de 1RM), 8-10 exercícios que envolvem grandes grupos musculares e 1-3 séries de 8-12 repetições em cada. A realização de ambos tipos de exercício (aeróbio e força) podem proporcionar para o indivíduo idoso melhora na capacidade cardiorrespiratória (CADORE et al., 2017), aumento de força muscular (COLLELUORI et al., 2019) e no controle do peso (COLLELUORI et al., 2019). CADORE et al. (2017) procuraram investigar os efeitos de diferentes ordens do treinamento concorrente (12 semanas) na capacidade aeróbia de idosos e encontraram aumento semelhantes no VO₂pico em ambos os grupos sem diferenças significativas entre eles. No estudo realizado por COLLELUORI et al. (2019) objetivaram comparar os efeitos crônicos do treinamento aeróbio, de força e concorrente concomitante à dieta na síntese protéica, na expressão de reguladores de qualidade miocelular e na composição corporal de idosos obesos. Como resultados, encontraram melhores adaptações na síntese protéica e qualidade miocelular no treinamento concorrente em idosos obesos do que em qualquer outro modo independente.

2.2 Respostas Hemodinâmicas ao Exercício Físico

O EF pode proporcionar diversas mudanças fisiológicas cardiovasculares para garantir a homeostase e manter a necessidade energética durante a sua prática. Uma delas é a redução na atividade parassimpática e aumento simpático pelo nodo sinusal, proporcionando aumento da frequência cardíaca (FC) (WHITE; RAVEN, 2014). De forma complementar, o aumento da ativação simpática promove aumento do volume sistólico (VS). Deste modo, o EF ocasiona aumento do DC aumentando a demanda sanguínea para a musculatura ativa (FECCHIO et al., 2017). Outra mudança fisiológica causada pelo exercício é a redistribuição sanguínea para a musculatura ativa por meio de mudanças na PA, que está diretamente relacionada com modificações na RVP por estímulos vasoconstritores nas áreas que não necessitam de grande fluxo sanguíneo e vasodilatação nos vasos que irrigam a musculatura ativa (FECCHIO et al., 2017). Essas alterações fisiológicas durante o EF podem diferir entre os exercícios aeróbico e de força. No exercício aeróbico há uma manutenção da RVP, resultando no aumento da PAS e manutenção ou redução da PAD. Já no exercício de força também ocorre aumento do DC, porém a contração muscular provocará um efeito mecânico que afeta diretamente na vasodilatação dos vasos sanguíneos em cada repetição dinâmica gerando aumento na RVP. Com isso, no exercício de força há aumento da RVP que resulta no aumento da PAS e da PAD (FECCHIO et al., 2017).

Após a prática do EF, seja ele aeróbico, de força ou concorrente, observa-se um fenômeno oposto ao que ocorre durante o exercício. Este fenômeno é usualmente chamado de hipotensão pós-exercício (HPE). A HPE é caracterizada pela redução dos valores pressóricos abaixo dos encontrados em repouso antes da sessão de EF ou abaixo dos níveis aferidos em um dia-controle sem a prática do exercício. Os mecanismos que envolvem a redução aguda da PA após uma sessão de EF não são totalmente compreendidos. Há na literatura científica estudos que demonstraram relação com redução do DC, diminuição na RVP, redução na atividade nervosa simpática, liberação de vasodilatadores e melhora nos mecanismos antioxidantes (BIELECKA-DABROWA et al., 2020). Embora seja um efeito agudo ocasionado após sessão de exercício, a HPE possui uma relevância clínica por perdurar várias horas (HALLIWILL et al., 2013; KENNEY; SEALS, 1993) e por fornecer dados referente as adaptações da PA próprias do exercício (TIBANA et al., 2015). A diminuição aguda da PA ocasionada pela prática regular de EF pode proporcionar ao organismo um somatório de adaptações cardiovasculares crônicas, resultado na diminuição da PA em repouso (BRITO et al., 2018; HECKSTEDEN; GRÜTTTERS; MEYER, 2013). Uma metanálise realizada por

NACI et al. (2018) buscou comparar os efeitos do EF e de diversos medicamentos na PAS envolvendo 391 estudos, sendo 197 intervenções realizadas com EF e 194 intervenções com terapia anti-hipertensiva. Como resultados, os autores encontraram efetividades semelhantes com a prática de EF e uso de terapia farmacológica como métodos para reduzir a PA.

Há na literatura científica diversos estudos que apresentam reduções da PA com a prática de uma única sessão de EF, seja ele exercício aeróbio, de força ou ambos (concorrente). CARPIO-RIVERA et al. (2016) realizaram uma metanálise com 65 estudos avaliando os efeitos agudos do EF na PA e mostraram reduções sistólicas e diastólicas após exercício aeróbio (6 e 4mmHg, respectivamente), após exercício de força (3 e 3mmHg, respectivamente) e após exercício concorrente (7 e 3mmHg, respectivamente) e demonstraram que o efeito hipotensor pode ser inversamente proporcional a idade do voluntário devido ao aumento da rigidez arterial e espessura dos vasos, diminuição na complacência e da densidade capilar. Uma revisão feita por BRITO et al. (2014) analisou a influência da população (jovens e idosos) nos efeitos hemodinâmicos da HPE aeróbio e encontraram diferenças nos mecanismos hipotensores. A HPE ocorreu devido a redução da RVP em 74% dos casos em jovens, 62% dos casos em adultos jovens e em idosos a RVP não se alterou. Contudo, o DC reduziu em 13% dos casos em jovens, 6% dos casos em adultos jovens e em idosos 75%. Portanto, em idosos, a HPE parece ocorrer devido à queda no DC.

2.2.1 Exercício Concorrente

A prática do EF realizado de forma concorrente tem sido amplamente indicado para a população idosa por proporcionar benefícios tanto do exercício aeróbio quanto do exercício de força (CADORE et al., 2017; HURST et al. 2019; MURLASITS et al. 2018). Uma metanálise feita por HURST et al. (2019) procurou verificar os efeitos do treinamento concorrente na aptidão física de idosos. Para isso, foram analisados 27 estudos envolvendo um total de 1346 indivíduos e encontraram efeitos positivos no $VO_{2\text{pico}}$, no teste de caminhada de 6 minutos, no teste *Time up and go*, concluindo que o treinamento concorrente foi efetivo na melhoria do condicionamento físico de idosos.

Em relação as respostas hemodinâmicas, NACI et al. (2018) que buscaram analisar os efeitos crônicos do exercício na PAS e encontraram, em comparação ao grupo controle, uma redução de 13.51mmHg após exercício concorrente. Agudamente, CARPIO-RIVERA et al. (2016) avaliaram os efeitos agudos do EF na PA e demonstraram reduções após exercício concorrente na PAS de até 7mmHg e na PAD de até 3mmHg. Contudo, encontramos poucos estudos que buscaram avaliar os efeitos agudos do exercício concorrente nas respostas

pressóricas (ANUNCIACÃO et al., 2016; AZEVÊDO et al., 2017; DOMINGUES et al., 2019; FERRARI et al., 2017; KEESE et al., 2011; KEESE et al., 2012; LOVATO; ANUNCIACÃO; POLITO, 2012; RUIZ et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2011). Destes, apenas dois são em idosos (ANUNCIACÃO et al., 2016; FERRARI et al., 2017). Na Tabela 1 podemos verificar, de forma geral, o comportamento agudo da PA de idosos após sessão concorrente.

ANUNCIACÃO et al. (2016) avaliaram os efeitos pressóricos clínicos após sessões de exercício (aeróbio vs de força vs concorrente vs controle) em idosos hipertensas controladas e encontraram reduções na PAS e na PAD semelhantes entre as sessões de exercícios concorrentes e a sessão aeróbia. Já FERRARI et al. (2017) avaliaram também o efeito do exercício concorrente (aeróbio vs concorrente vs controle) na PA clínica e ambulatorial de idosos hipertensos controlados e encontraram reduções significativas da PAD e apenas tendência a HPE na PAS. Vale destacar que a ordem utilizada no exercício concorrente destes estudos foram diferentes. Enquanto ANUNCIACÃO et al. (2016) realizou a sessão aeróbia inicialmente, no estudo de FERRARI et al. (2017) a sessão de força foi realizada primeiramente. Ambos os estudos foram realizados em idosos hipertensos controlados.

Tabela 1. Comportamento agudo da PA de idosos após sessão concorrente.

Autores/ Ano	Amostra	n	Monitoramento	Sessões	Protocolos	Resultados		
						PAS	PAD	PAM
ANUNCIACÃO et al. (2016)	Idosas hipertensas controladas (63± 1,9 anos)	21	PA Clínica Duração: 180 minutos	Sessão Aeróbia	Esteira Intensidade: 50 -60% FC _{reserva} Duração: 40 min	↓*#	↓*#	NI
				Sessão Força	Extensão de joelhos, supino, <i>leg press</i> , desenvolvimento, flexão de joelhos, remada, bíceps e tríceps Intensidade: 3x15rep a 40% de 1RM Duração: NI	→	↑#	NI
				Sessão Concorrente (ordem AF)	Esteira Intensidade: 50 -60% FC _{reserva} Duração: 40 min	↓*#	↓*#	NI
				Sessão Controle	Extensão de joelhos, supino, <i>leg press</i> , desenvolvimento, flexão de joelhos, remada, bíceps e tríceps Intensidade: 3x15 rep a 40% de 1RM Duração: NI	↑*	↑*	NI
FERRARI et al. (2017)	Idosos hipertensos controlados (65,3±3,3 anos)	20	PA Clínica e Ambulatorial	Sessão Aeróbia	Esteira Intensidade: 60 -75% VO _{2max} Duração: 45 min	→	↓*#	↓*#

				Esteira				
				Intensidade: 65 -75% VO _{2max}				
				Duração: 25 min				
FERRARI <i>et al.</i> (2017)	Idosos hipertensos controlados (65,3±3,3 anos)	20	PA Clínica e Ambulatorial	Sessão Concorrente (ordem FA)	Extensão de joelhos, supino, <i>leg press</i> , desenvolvimento, flexão de joelhos, remada, bíceps e tríceps Intensidade: 4x8rep a 70% de 1RM Duração: NI	→	↓*#	↓*#
				Sessão Controle		→	↑*	↑*

*diferença significativa em relação ao repouso; #diferença significativa em relação a sessão Controle; ↑aumento da PA; ↓ diminuição da PA; → sem alteração. NI: não informado; n: número amostral FC: frequência cardíaca; rep: repetições; RM: repetição máxima.

Na Tabela 2 podemos verificar, de forma geral, o comportamento agudo da PA de adultos após sessão concorrente. Em adultos, AZEVÊDO et al. (2017) buscaram comparar sessões concorrentes em diferentes períodos do dia (manhã vs noite vs fracionada vs controle) e encontraram reduções na PAS nas sessões realizadas pela manhã e pela noite. Os mesmos autores também encontraram que a sessão realizada somente no período da manhã foi mais eficiente em causar HPE na PAS se comparado as outras sessões, com redução sistólica de até 11mmHg 45 minutos após a sessão. Neste estudo, as sessões concorrentes iniciaram com o exercício de força e posteriormente o exercício aeróbio. No estudo recente realizado por DOMINGUES et al. (2019) acompanharam as respostas da PA após o exercício concorrente em diferentes ordens (aeróbio-força vs força-aeróbio) e encontraram semelhança nas respostas pressóricas independentemente da ordem. Contudo, apresenta como limitação um período curto de monitoramento da PA após o exercício de apenas 30 minutos.

KEESE et al. (2011) compararam os efeitos pressóricos clínicos após sessões de exercício (aeróbio vs de força vs concorrente vs controle) e encontraram reduções pressóricas em todas as sessões de exercício. Porém com maior duração na sessão com exercício apenas aeróbio. Neste estudo, a sessão concorrente também foi iniciada com o exercício de força e posteriormente o exercício aeróbio. No ano seguinte, KEESE et al. (2012) procurou comparar diferentes sessões de exercício concorrente, contudo com diferentes intensidades do exercício aeróbio (50% do VO_{2pico} vs 65% do VO_{2pico} vs 80% do VO_{2pico} vs controle) e encontraram redução sistólica e diastólica em todas as sessões concorrentes, porém com maior magnitude e duração nas sessões realizadas com maior intensidade (65% do VO_{2pico} e 80% do VO_{2pico}).

LOVATO et al. (2012) realizaram sessões experimentais de exercício concorrente em diferentes ordens (aeróbio-força vs força-aeróbio) acompanhando a PA ao longo de 60 minutos pós exercício de adultos. Na sessão AF encontraram reduções pressóricas na PAS,

PAD e PAM e mínimas alterações após exercício na ordem FA. Entretanto, neste estudo os autores não deixam claro se os valores da PA em repouso de ambas sessões são estatisticamente diferentes (AF: 121±4; FA:117±4mmHg) podendo influenciar na HPE.

RUIZ et al. (2011) analisaram os efeitos pressóricos clínicos após sessões de exercício (aeróbio vs de força vs concorrente) em adultos saudáveis e encontraram HPE na PAS ao longo dos 60 minutos de monitoramento. Por fim, TEIXEIRA et al. (2011) avaliaram os efeitos agudos (aeróbio vs de força vs concorrente vs controle) em adultos saudáveis e constataram HPE na PAS, PAD e PAM em todas as sessões de exercício. Nos estudos de RUIZ et al. (2011) e TEIXEIRA et al. (2011) a sessão concorrente iniciou pelo exercício aeróbio.

Tabela 2. Comportamento agudo da PA de adultos após sessão concorrente.

Autores/ Ano	Amostra	n	Monitoramento	Sessões	Protocolos	Resultados			
						PAS	PAD	PAM	
AZEVEDO et al. (2017)	Adultas hipertensas controladas (57,5 ± 5,1 anos)	11	PA Clínica Duração: 60 minutos	Sessão Concorrente manhã (ordem FA)	Leg press, remada baixa, levantamento terra e supino reto Intensidade: 3x10 rep a 75% de 8RM com descanso ativo entre as séries (1min de caminhada moderada na escala 5 a 6 de PSE) Duração: NI	↓#	→	NI	
				Sessão Concorrente noite (ordem FA)	Bicicleta Intensidade: 7 a 8 de PSE (moderado a severo) Duração: 20 min	Igual Sessão Concorrente manhã	↓#	→	NI
				Sessão Concorrente fracionada (ordem FA)	MANHÃ Leg press e remada baixa Intensidade: 3x10 rep a 75% de 8RM com descanso ativo entre as séries (1min de caminhada moderada na escala 5 a 6 de PSE) Duração: NI	→	→	NI	
					NOITE Levantamento terra e supino reto Intensidade: 3x10 rep a 75% de 8RM com descanso ativo entre as séries (1min de caminhada moderada na escala 5 a 6 de PSE) Duração: NI				
					Bicicleta Intensidade: 7 a 8 de PSE Duração: 10 min				

				Sessão Controle		↑*	↑*	NI
DOMIN-GUES et al. (2019)	Adultos saudáveis (24±3 anos)	15	PA Clínica Duração: 30 minutos	Sessão Concorrente (ordem FA)	Supino, agachamento, remada, terra, <i>fly</i> Intensidade: 3x8-10 rep a 10RM Duração: NI	→	→	→
					Bicicleta Intensidade: 75-80% do VO _{2pico} Duração: 35 min			
				Sessão Concorrente (ordem AF)	Igual a outra sessão, porém com outra ordem	→	→	→
KEESE et al. (2011)	Adultos saudáveis (20.7±0.7 anos)	21	PA Clínica Duração: 120 minutos	Sessão Aeróbia	Bicicleta Intensidade: 65% do VO _{2pico} Duração: 60 min	↓*#	↓*#	NI
				Sessão de Força	<i>Leg press</i> , cadeira extensora, cadeira flexora, supino, <i>pulldown</i> e desenvolvimento, rosca e tríceps Intensidade: 3x a 80% de 1RM Duração: 60 min	↓*#	↓*#	NI
					<i>Leg press</i> , cadeira extensora, cadeira flexora, supino, <i>pulldown</i> e desenvolvimento Intensidade: 3x a 80% de 1RM Duração: NI	↓*#	↓*#	NI
				Sessão Concorrente (ordem FA)	Bicicleta Intensidade: 65% do VO _{2pico} Duração: 30 min			
				Sessão Controle		→	→	NI
KEESE et al. (2012)	Adultos Hipertensos (57±2 anos)	19	PA Clínica Duração: 120 minutos	Sessão Concorrente (ordem FA - 50% do VO _{2pico})	<i>Leg press</i> , extensão de joelho, flexão de joelho, supino máquina, puxada e desenvolvimento Intensidade: 2x6-8rep a 80% de 1RM Duração: 30 min	↓*#	↓*#	NI
					Bicicleta Intensidade: 50% do VO _{2pico} Duração: 30 min			
				Sessão Concorrente (ordem FA - 65% do VO _{2pico})	<i>Leg press</i> , extensão de joelho, flexão de joelho, supino máquina, puxada e desenvolvimento Intensidade: 2x6-8rep a 80% de 1RM Duração: 30 min	↓*#	↓*#	NI
					Bicicleta Intensidade: 65% do VO _{2pico} Duração: 30 min			
				Sessão Concorrente (ordem FA - 80% do VO _{2pico})	<i>Leg press</i> , extensão de joelho, flexão de joelho, supino máquina, puxada e desenvolvimento Intensidade: 2x6-8rep a 80% de 1RM Duração: 30 min	↓*#	↓*#	NI
	Bicicleta Intensidade: 80% do VO _{2pico} Duração: 30 min							
				Sessão Controle		→	→	NI

LOVATO et al. (2012)	Adultos saudáveis (24.8±1.1 anos)	9	PA Clínica Duração: 60 minutos	Sessão Concorrente (ordem FA)	Supino reto na máquina, <i>leg press</i> 45°, remada baixa, cadeira extensora, desenvolvimento articulado, mesa flexora, rosca bíceps com barra W e tríceps <i>pulley</i> . Intensidade: 3x10-15 rep a 60% de 1RM Duração: NI	↓*	→	→
				Sessão Concorrente (ordem AF)	Bicicleta Intensidade: 60% do VO _{2pico} Duração: 50 min	↓*	↓*	↓*
RUIZ et al. 2011	Adultos saudáveis (26.8±2.9 anos)	11	PA Clínica Duração: 60 minutos	Sessão Aeróbia	Bicicleta Intensidade: 60-70% do FC _{reserva} Duração: 40 min	↓*	→	→
				Sessão Força	Supino, <i>leg press</i> , desenvolvimento, flexão de joelho, extensão de joelho, rosca e panturrilha Intensidade: 3x 12RM Duração: NI min	↓*	→	↓*
				Sessão Concorrente (ordem AF)	Bicicleta Intensidade: 60-70% do FC _{reserva} Duração: 40 min	↓*	→	↓*
				Sessão Aeróbia	Supino, <i>leg press</i> , desenvolvimento, flexão de joelho, extensão de joelho, rosca e panturrilha Intensidade: 3x 12RM Duração: NI min	↓*	→	↓*
TEIXEIRA et al. (2011)	Adultos saudáveis (26±1 anos)	20	PA Clínica Duração: 120 minutos	Sessão Aeróbia	Bicicleta Intensidade: 75% do VO _{2pico} Duração: 30 min	↓*#	↓*#	↓*#
				Sessão Força	Supino, <i>leg press</i> , puxada, flexão de joelho, rosca e agachamento Intensidade: 3x20rep a 50% de 1RM Duração: 30 min	↓*#	↓*#	↓*#
				Sessão Concorrente (ordem AF)	Bicicleta Intensidade: 75% do VO _{2pico} Duração: 30 min	↓*#	↓*#	↓*#
				Sessão Concorrente (ordem AF)	Supino, <i>leg press</i> , puxada, flexão de joelho, rosca e agachamento Intensidade: 3x20rep a 50% de 1RM Duração: 30 min	↓*#	↓*#	↓*#
				Sessão Controle		→	↑*	↑*

*diferença significativa em relação ao repouso; #diferença significativa em relação a sessão Controle; ↑ aumento da PA; ↓ diminuição da PA; → sem alteração. NI: não informado; n: número amostral FC: frequência cardíaca; rep: repetições; RM: repetição máxima.

Em relação a capacidade cardiorrespiratório após treinamento concorrente, CADORE et al. (2017) procurou investigar os efeitos de diferentes ordens do treinamento concorrente nas adaptações cardiorrespiratórias de idosos saudáveis ao longo de 12 semanas e

encontraram melhora na performance aeróbia máxima e submáximo independentemente da ordem de exercício. Em relação ao ganho de força muscular, no estudo realizado por CADORE et al. (2013) que buscaram investigar os efeitos de diferentes ordens nas adaptações neuromusculares induzidas por 12 semanas de treinamento concorrente em idosos encontraram que realizar o exercício de força primeiro foi mais vantajoso para aumentar a força muscular de membros inferiores. Uma metanálise feita por MURLASITS et al. (2017) buscou avaliar a influência da ordem do exercício concorrente no teste de uma repetição máxima (1RM) e na capacidade aeróbia máxima e encontraram resultados melhores no teste de 1RM quando o exercício de força foi realizado inicialmente enquanto a capacidade aeróbia não foi alterada. Ou seja, iniciar a sessão concorrente com o exercício de força antes do exercício aeróbio no treinamento concorrente parece ser benéfico para adaptações da força, enquanto a melhoria da capacidade aeróbica não foi afetada pela ordem.

De acordo com as tabelas 1 e 2, podemos notar uma preferência pela ordem força-aeróbio em vários estudos que buscaram avaliar HPE. Os dois estudos que buscaram investigar os efeitos da ordem na PA de adultos normotensos (DOMINGUES et al., 2019; LOVATO et al., 2012) não encontraram diferenças entre as sessões (aeróbio-força vs força-aeróbio). Contudo, ambos estudos apresentam limitações como: falta de sessão controle, detalhes estatísticos e também um período curto de monitoramento da HPE.

3. OBJETIVOS

Analisar as respostas agudas do efeito da ordem de execução de uma sessão de exercícios concorrentes na pressão arterial de idosos hipertensos controlados.

3.1 Objetivos Específicos

Avaliar e comparar as respostas da pressão arterial sistólica, diastólica e média de idosos hipertensos controlados pré-sessão, 0 min, 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 75 min, 90 min, 105 min, 120 min e 24h após nos parâmetros:

- Após uma sessão de exercício concorrente na ordem aeróbio-força (aero-força);
- Após uma sessão de exercício concorrente na ordem força-aeróbio (força-aero);
- Após uma sessão controle.

EFEITO DA ORDEM DE EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO CONCORRENTE NAS RESPOSTAS AGUDAS DA PRESSÃO ARTERIAL EM IDOSOS HIPERTENSOS CONTROLADOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO E CRUZADO

Denise Rodrigues Fernandes^a, Guilherme Morais Puga^a, Ana Carolina Kanitz^b

^aPrograma de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

^bEscola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Autor correspondente:

Denise Rodrigues Fernandes

Rua dos Pássaros Pretos 248 - Jardim das Palmeiras

CEP: 38412-234

Uberlândia/MG, Brasil

Email: denise.r.fernandes@hotmail.com

Financiamento:

Este estudo foi financiado por bolsas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

1. Introdução

O envelhecimento populacional é uma realidade mundial que acarreta mudanças na prevalência de doenças predominantemente causadas ou agravadas pelos processos do envelhecimento. Este fenômeno é natural e pode causar diversas modificações fisiológicas no corpo humano como, por exemplo, queda na força e massa muscular (Frontera et al. 1985), reduções na aptidão aeróbia e do débito cardíaco máximo (Astrand et al. 1973) e aumento da rigidez arterial (Alvim et al. 2017). Como consequência, o idoso perde a habilidade de realizar suas atividades de vida diárias com independência e influencia no aparecimento de diversas doenças crônicas como, por exemplo, a Hipertensão Arterial (HA).

A HA é uma doença crônica multifatorial caracterizada pelo aumento sustentado da pressão arterial (PA) em níveis iguais ou superiores a 140 mmHg para pressão arterial sistólica (PAS) e 90 mmHg para pressão arterial diastólica (PAD)(Malachias et al. 2016). É considerada um importante problema de saúde pública no Brasil e no mundo, visto que a HA é silenciosa e de difícil controle com crescente aumento em sua prevalência (Malachias et al. 2016). Cerca de 31% da população adulta mundial foi diagnosticada com HA em 2010 (1,4 bilhão) (Mills et al. 2016). No Brasil, uma pesquisa realizada pelo Ministério da Saúde constatou que 27,7% da população que reside nas capitais brasileiras possuem diagnóstico de HA e que a doença está associada com o envelhecimento (BRASIL, 2019).

Um dos métodos de intervenção não farmacológica para tratar, prevenir e controlar a HA é a prática regular de exercício físico (EF) tanto para pacientes com baixo risco ou combinado com tratamento farmacológico em pacientes hipertensos em estágio mais elevado (Herrod et al. 2018). O EF consegue influenciar na PA com uma única sessão de exercício (efeito agudo) reduzindo os valores pressóricos abaixo dos valores em repouso antes da sessão ou abaixo dos níveis aferidos em um dia-controle sem a prática do exercício ocasionando assim um efeito conhecido como hipotensão pós-exercício (HPE) (Fitzgerald, 1981; Kenney and Seals, 1993). A HPE tem relevância clínica por perdurar várias horas (Halliwill et al. 2013; Kenney and Seals, 1993) e por fornecer dados referente as adaptações da PA próprias do exercício (Tibana et al. 2015). A diminuição da PA atribuída pela prática frequente de EF pode trazer para o organismo um somatório de adaptações nos valores pressóricos a longo prazo, resultando em uma redução pressórica crônica (Brito et al., 2018; Hecksteden et al. 2013). Uma meta-análise realizada por Naci et al. (2018) envolvendo 197 estudos que buscaram analisar os efeitos crônicos do exercício na PAS, encontraram, em comparação ao grupo controle, uma redução de 8.69mmHg após exercício aeróbio, 7.23mmHg após exercício

de força e 13.51mmHg após exercício concorrente - exercício aeróbio e de força em uma mesma sessão.

Há na literatura científica diversos estudos que apresentam reduções da PA com a prática de uma única sessão de EF, seja ele exercício aeróbio (Anuniação et al. 2016; Boutcher and Boutcher, 2017; Brownley et al. 1996; Cardoso et al. 2010; Carpio-Rivera et al. 2016; Ciolac et al. 2008; Ciolac et al. 2009; Ferrari et al. 2017; Fisher et al. 2001; Keese et al. 2011; Pescatello et al. 2015; Ruiz et al. 2011; Teixeira et al. 2011), exercício de força (Anuniação et al. 2016; Boutcher and Boutcher, 2017; Cardoso et al. 2010; Carpio-Rivera et al. 2016; Keese et al. 2011; Pescatello et al. 2015; Ruiz et al. 2011; Teixeira et al. 2011) ou exercício concorrente (Anuniação et al. 2016; Azevêdo et al. 2017; Carpio-Rivera et al. 2016; Domingues et al. 2019; Ferrari et al. 2017; Keese et al. 2011; Keese et al. 2012; Lovato et al. 2012; Pescatello et al. 2015; Ruiz et al. 2011; Teixeira et al. 2011). Todavia, verifica-se evidências distintas quanto ao tipo de exercício e a população. Carpio-Rivera et al. (2016) realizaram uma metanálise com 65 estudos avaliando os efeitos agudos do EF na PA e mostraram reduções da PAS e PAD após exercício aeróbio (6 e 4mmHg, respectivamente), após exercício de força (3 e 3mmHg, respectivamente) e após exercício concorrente (7 e 3mmHg, respectivamente). Além disso, demonstraram que o efeito hipotensor pode ser inversamente proporcional a idade do voluntário devido ao aumento da rigidez arterial e espessura dos vasos, diminuição na complacência e da densidade capilar.

O exercício concorrente é amplamente indicado para a população idosa por proporcionar melhorias na força, na funcionalidade e na capacidade cardiorrespiratória (Cadore et al. 2010; Cadore et al. 2014; Cadore et al. 2017; Colleluori et al., 2019; Hurst et al. 2019; Murlasits et al. 2018). Embora haja estudos constatando que a idade é um fator que pode causar divergência nas respostas pressóricas (Carpio-Rivera et al. 2016), grande parte dos estudos são realizados na população adulta jovem (Azevêdo et al. 2017; Domingues et al. 2019; Keese et al. 2011; Keese et al. 2012; Lovato et al. 2012; Ruiz et al. 2011; Teixeira et al. 2011) e poucos na população com mais prevalência da HA, os idosos (Anuniação et al. 2016; Ferrari et al. 2017). Quanto aos efeitos da ordem de execução do exercício concorrente para uma melhor prescrição, encontramos apenas dois estudos na literatura científica (Domingues et al. 2019; Lovato et al. 2012) que procuraram investigar esses efeitos na PA de adultos normotensos e ambos não encontraram diferenças entre as sessões. Contudo, ambos estudos apresentam limitações como: falta de sessão controle, detalhes estatísticos e o período de monitoramento da HPE. O estudo feito por Keese et al. (2011) sustenta a utilização de exercício de força antes do exercício aeróbio devido a ocorrência do aumento da resistência

vascular periférica (RVP) não compensada pelo débito cardíaco (DC). Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as respostas agudas da PA após exercício concorrente realizado em diferentes ordens (aeróbio-força e força-aeróbio) em idosos hipertensos controlados. A hipótese deste estudo foi que uma sessão de exercício concorrente consiga diminuir os valores de PA a níveis abaixo dos em repouso com maior magnitude na sessão força-aeróbio (FA), visto que o exercício de força pode atenuar o efeito vasodilatador do exercício aeróbio.

2. Materiais e métodos

O presente estudo caracteriza-se como um ensaio clínico randomizado em *crossover* envolvendo exercícios físicos para idosos hipertensos controlados conduzido no Laboratório de Fisiologia Cardiorrespiratório e Metabólica na Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG, Brasil. Este ensaio clínico foi delineado seguindo as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) (Dwan et al. 2019) e protocolado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos - ReBEC (RBR-4d4q42).

2.1 Participantes

Os voluntários foram recrutados ao longo do estudo por meio de divulgação em mídias sociais, cartazes pelos campus da universidade, terminais de transporte público e no centro da cidade de Uberlândia no período entre julho/2018 e junho/2019. A amostra foi selecionada de forma aleatória, por voluntariedade. Para participar do estudo os voluntários deveriam ser homens com idade entre 60 a 80 anos com diagnóstico prévio de hipertensão sendo esta controlada, não ter participado de programas de exercício físico regularmente nos últimos três meses anteriores ao início do estudo. Além disso, não apresentavam complicações osteoarticulares, osteomusculares ou cardiovasculares que impedissem a realização de exercícios físicos, apresentando assim um atestado médico comprovando que estava apto para a prática. Não poderiam ser fumantes, não possuir marca-passo, não ter diagnóstico prévio de Diabetes Mellitus e não apresentar obesidade igual ou superior ao estágio 2 ($IMC \geq 35\text{kg.m}^{-2}$). Antes de participarem do estudo, foi realizado uma entrevista onde era preenchido uma anamnese e informados sobre os procedimentos metodológicos do estudo, critérios de inclusão e exclusão, potenciais riscos e desconfortos causados pelas sessões de exercícios. No mesmo dia, os voluntários que atendiam aos critérios de inclusão assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), o qual foi previamente submetido e aprovado junto ao projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE:

89086118.2.0000.5152). A leitura e a assinatura do TCLE foram realizadas individualmente. Em seguida, os voluntários foram codificados de acordo com a ordem de assinatura do TCLE e alocados em uma tabela pré-elaborada para uma randomização em blocos de três: aeróbio-força, força-aeróbio e controle; força-aeróbio, controle e aeróbio-força; controle, aeróbio-força e força-aeróbio.

2.2 Desenho do estudo e procedimentos

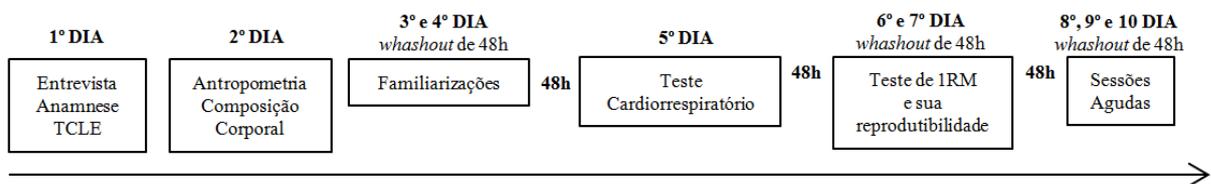


Figura 1. Desenho do estudo

A figura 1 mostra o desenho do estudo e suas etapas. Após a leitura e assinatura do TCLE, foi realizado as medidas das variáveis de caracterização da amostra. A massa corporal (MC), percentual de gordura corporal (GC) e de massa muscular esquelética (MME) foram determinadas a partir de um exame de bioimpedância tetra polar (InBody 230 Trepel®, Perafit, Portugal) usando o software de leitura do próprio instrumento. A estatura foi mensurada a partir de um estadiômetro fixo (Sanny®, São Bernardo do Campo, SP, Brasil) e a circunferência abdominal (CA) foi determinada com uma fita métrica com escala de 0,1mm (Filizola®, São Paulo, SP, Brasil). O questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta) foi aplicado para identificar o nível de atividade física dos participantes (Matsudo et al. 2001). Os valores foram anotados na ficha do voluntário que estava anexado à ficha de anamnese e ao TCLE, e então foi realizado duas sessões de familiarização com os equipamentos e os procedimentos de execução do exercício aeróbio e dos exercícios de força.

Após as familiarizações, ocorreram sessões de testes para avaliar a aptidão cardiorrespiratória por meio de um teste incremental em esteira ergométrica (Movement® E740, Pompeia, São Paulo, Brasil) e a intensidade dos exercícios de força por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) e sua reprodutibilidade. Os participantes foram instruídos a não praticar qualquer atividade física nas 24h antes de cada protocolo experimental. Em seguida, os participantes realizaram três sessões experimentais em ordem randomizada em blocos: uma sessão de exercício concorrente na ordem aeróbio-força (AF); uma sessão de exercício concorrente na ordem força-aeróbio (FA); e uma sessão controle sem exercício (C)

com o mesmo tempo, local e horário estabelecido para as demais sessões. Um período de *washout* de 48 horas foi implementado entre as sessões.

2.3 Teste cardiorrespiratório

A intensidade do exercício aeróbio foi determinada baseando-se em um teste incremental de inclinação e velocidade em esteira ergométrica seguindo o protocolo de teste progressivo de Bruce modificado (Meneguelo et al. 2010). Este protocolo foi escolhido devido atender pessoas idosas e possibilitar o alcance de parâmetros sem a utilização da corrida. Este teste foi usado para determinar a inclinação e a velocidade correspondente ao primeiro limiar ventilatório (LV_1) utilizada para o controle da intensidade do exercício aeróbico. O protocolo de Bruce modificado tem como primeiro estágio velocidade de 2,7km/h por 3 minutos sem inclinação. Já no segundo estágio, ocorre um aumento na inclinação de 5% com manutenção da velocidade por também 3 minutos. A partir do terceiro estágio segue-se o protocolo de Bruce original onde há um aumento da velocidade para 4,0km/h a 12% de inclinação por mais 3 minutos e 5,5km/h a 14% de inclinação no quinto estágio. Foi utilizado um analisador de gases (Quark PFT Ergo®, Cosmed, Roma, Itália) para as coletas da ventilação, consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono a cada respiração e seus dados foram analisados por dois fisiologistas experientes. Durante o teste, foi utilizado uma escala de Borg adaptada 0-10 para auxiliar na verificação da capacidade atingida no teste. A avaliação foi considerada válida quando uma percepção de esforço de 8 fosse alcançada ou quando o voluntário pedisse para cessar o teste.

2.4 Teste de uma repetição máxima (1RM)

A intensidade dos exercícios de força foi determinada de acordo com o teste de uma repetição máxima (1RM) para obtenção da força dinâmica máxima (em kg). O valor de 1RM foi considerado como a carga máxima possível de exercer na fase concêntrica nos exercícios: supino reto na máquina, puxada vertical pela frente, desenvolvimento na máquina, agachamento no aparelho Smith e leg press 45°. A carga inicial foi baseada nos valores obtidos durante as sessões de familiarização. Foram realizados em dois dias com intervalo mínimo de 48 horas, sendo o segundo dia para checar a reprodutibilidade do primeiro teste. O valor adotado como 1RM foi o maior valor alcançado nos dois dias em cada exercício. Para minimizar possíveis erros de execução, as seguintes estratégias foram adotadas: (a) os voluntários receberam instruções padronizadas sobre a técnica do exercício; (b) a posição corporal foi mantida constante; e (c) encorajamento verbal foi fornecido durante todos os

testes a fim de obter o máximo esforço de cada sujeito. Não foi permitido nenhuma pausa entre as fases excêntrica e concêntrica entre repetições. Antes de iniciar um teste no aparelho, era realizado um aquecimento de 10 repetições com carga mínima. A carga máxima para cada indivíduo foi determinada com não mais que 5 tentativas e com um período de recuperação de 5 minutos entre as tentativas. Se a carga de 1RM não fosse determinada o teste prosseguiria em outra data com intervalo mínimo de 24h. Por se tratar de idosos hipertensos, a PA foi acompanhada a cada tentativa. A ordem dos exercícios foi randomizada em blocos antes de iniciar o estudo. A partir do número de repetições máximas alcançadas a cada tentativa, a carga era redimensionada objetivando a carga correspondente ao 1RM através dos valores propostos pelo coeficiente de Lombardi (Lombardi, 1989).

2.5 Protocolo experimental

Os voluntários participaram de três sessões sendo uma controle e duas de exercício concorrente. Todas as sessões experimentais duraram 1h (8:00-9:00am). No início de cada sessão, os participantes ficaram na posição sentada com o braço esquerdo apoiado em uma superfície na altura do coração por 10 minutos para aferição da PA de repouso em triplicata e posteriormente iniciar a sessão. A mensuração da PA foi feita pelo método oscilométrico, com um dispositivo automático calibrado e validado (Asmar et al. 2010) (Omron® HEM 7113, Shimogyo-ku, Kyoto, Japão). O exercício aeróbico foi realizado em esteira rolante por 30 min na velocidade e inclinação correspondente ao estágio em que foi encontrado o LV_1 . Já os exercícios de força foram realizados com intensidade equivalente a 70% de 1RM em 3 séries de 8 a 12 repetições com 60 segundos de descanso entre as séries e os exercícios. Imediatamente após a primeira e a segunda parte da sessão de exercício foi realizada uma medida da PA. Por exemplo, na sessão com ordem FA foi realizada uma medida após o idoso finalizar os exercícios de força e uma nova medida imediatamente após o término do exercício aeróbico. Após, o idoso foi orientado a sentar no mesmo local em que foi aferido a PA inicial em uma sala arejada para as aferições ao longo de 2h. Foram feitas aferições em triplicata 15min, 30min, 45min, 60min, 75min, 90min, 105min e 120min pós-exercício. O consumo de água foi permitido durante o período de recuperação e os voluntários tiveram permissão para ler. A temperatura ambiente média e a umidade relativa foram de $24.5 \pm 2^\circ\text{C}$ e $61.5 \pm 8.8\%$ respectivamente. Após esse procedimento, foi pedido para o idoso manter suas atividades diárias normalmente e voltar ao laboratório 24h após a sessão para uma última aferição. Foi solicitado que o voluntário evitasse cafeína e a prática de exercícios 24h antes e após a sessão. Três aferições foram feitas e considerado a média destes valores para análise.

Para calcular a PAM, as medidas de PAS e PAD foram utilizadas para a fórmula: $PAM = PAD + (PAS - PAD) / 3$.

2.6 Análise Estatística

Foi utilizada estatística descritiva, com valores apresentados em média e desvio padrão. O “n” amostral foi calculado com base em um estudo que utilizou delineamento semelhante (Keese et al. 2011). O cálculo foi realizado no programa G*Power versão 3.1 (Faul et al. 2007) considerando valor de α de 0,05, um poder de análise de 80%, uma correlação entre medidas repetidas de 0,5, correção de não-esfericidade ϵ em 1 e um tamanho de efeito de 0,22. Dessa forma, encontramos a necessidade de um “n” amostral mínimo total de 8 voluntários por sessão.

Comparações estatísticas foram realizadas utilizando o método de *Generalized Estimating Equations* (GEE) dois fatores (sessão e tempo) usando correlação não estruturada, covariância robusta e distribuição gama. Comparações *post hoc* foram feitas pelo teste complementar de Bonferroni para localizar as diferenças. Além disso, foi calculada a área sob a curva pelo método trapezoidal usando o software GP Prism (versão 5, GraphPad, San Diego, CA, USA). Foi usado teste de Shapiro-Wilk para normalidade e ANOVA para medidas repetidas para comparação entre as sessões. Para todas as avaliações o nível de significância adotado de $\alpha=0,05$ e todos os testes estatísticos foram realizados no software SPSS (versão 20.0, IBM Corp, Nova York, NY, EUA).

3. Resultados

A Figura 2 apresenta o fluxograma com a distribuição dos participantes no estudo. Noventa e nove pessoas entraram em contato para participar do estudo, entretanto 19 desistiram de participar antes mesmo da entrevista inicial e 45 não atendiam aos critérios de inclusão (mulheres = 19; diabéticos = 15; normotensos = 3; idade inferior a 60 anos = 3; praticam exercício físico regular = 2; tratamento contra câncer = 1; acidente vascular encefálico com sequelas = 1; Alzheimer = 1). Foram alocados 35 idosos havendo perda de seguimento de 17 voluntários durante as avaliações preliminares. Por fim, foram analisados 15 participantes em três sessões distintas.

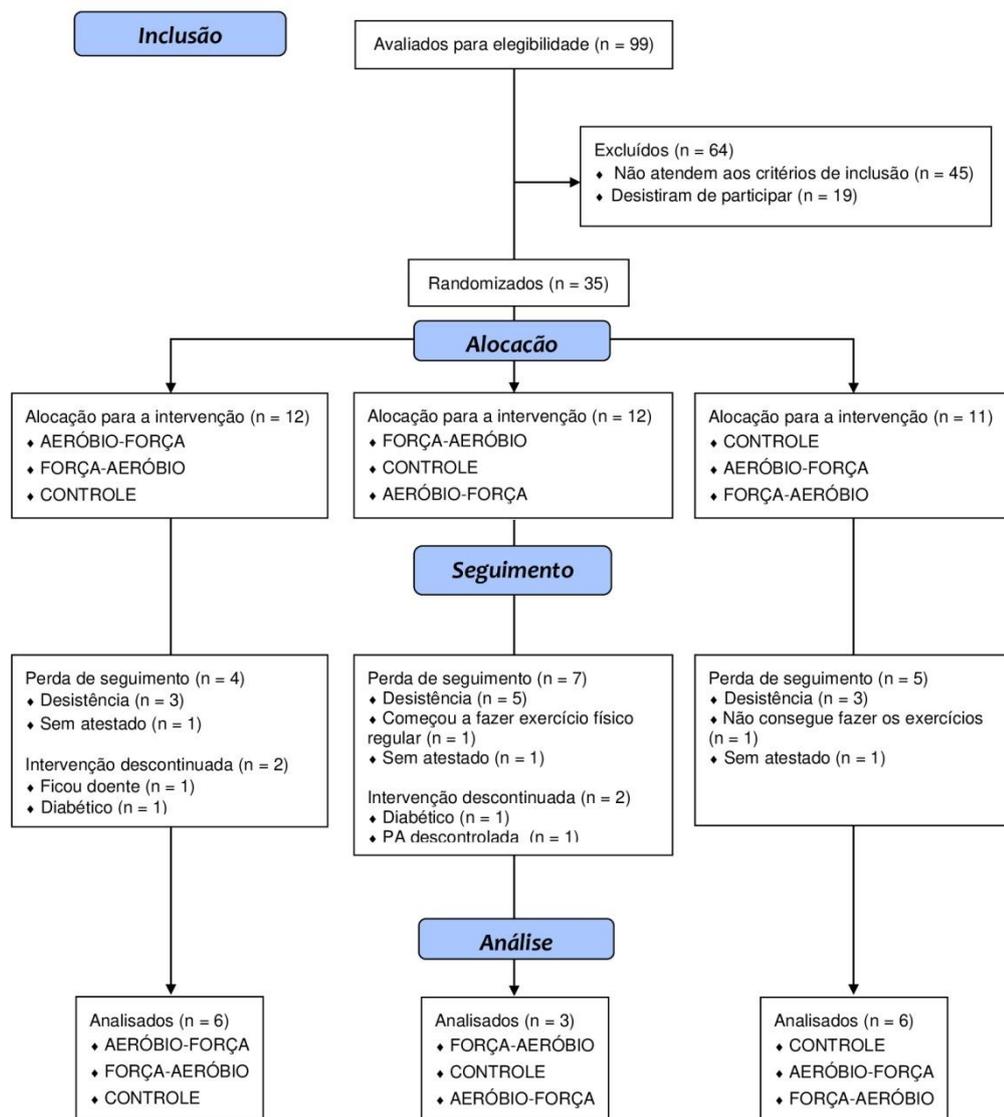


Figura 2. Fluxograma com a distribuição dos participantes no estudo.

As principais características dos voluntários estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características dos participantes

Variáveis	n = 15
Idade, (anos)	64 ± 5
Antropometria	
Massa Corporal, (kg)	79,2 ± 11,5
Estatura, (m)	1,70 ± 0,05
Índice de Massa Corporal, (kg.m ⁻²)	27,3 ± 3,9
Circunferência Abdominal, (cm)	99 ± 13
Gordura Corporal, (%)	27,9 ± 7

Massa Muscular Esquelética, (%)	37,4 ± 11
Nível de atividade física	
IPAQ	
Muito ativo, n(%)	1 (7)
Ativo, n(%)	9 (60)
Irregularmente ativo, n(%)	4 (26)
Sedentário, n(%)	1 (7)
Características hemodinâmicas	
Pressão Arterial Sistólica em repouso, (mmHg)	118 ± 11
Pressão Arterial Diastólica em repouso, (mmHg)	72 ± 9
Pressão Arterial Média em repouso, (mmHg)	87 ± 9
Medicamentos anti-hipertensivos	
Sem medicamento, n(%)	1 (7)
α-bloqueador, n(%)	1 (7)
β-bloqueador, n(%)	3 (20)
ARA, n(%)	10 (67)
ECA, n(%)	5 (33)
Diurético, n(%)	6 (40)
Tipo de terapia anti-hipertensiva	
Nenhum, n(%)	1 (7)
Um, n(%)	5 (33)
Dois ou mais, n(%)	9 (60)
Avaliação da força máxima	
1RM supino, (kg)	53 ± 13
1RM puxador, (kg)	54 ± 10
1RM desenvolvimento, (kg)	49 ± 15
1RM agachamento, (kg)	78 ± 21
1RM leg press, (kg)	265 ± 79
Avaliação cardiorrespiratória	
Estágio correspondente ao LV ₁	
Estágio 1(2,7 km.h ⁻¹ a 0% de inclinação), n(%)	3 (20)
Estágio 2(2,7 km.h ⁻¹ a 5% de inclinação), n(%)	8 (53)

Estágio 3(2,7 km.h ⁻¹ a 10% de inclinação), n(%)	4 (27)
FC correspondente ao LV ₁ , (bpm)	98 ± 14
VO ₂ correspondente ao LV ₁ , (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	14,02 ± 3,05

Características dos participantes apresentados em média ± desvio padrão.

IPAQ: Questionário internacional de atividade física

ARA: antagonistas do receptor da angiotensina II

ECA: inibidores da enzima conversora de angiotensina

1RM: uma repetição máxima

LV₁: primeiro limiar ventilatório

FC: frequência cardíaca

VO₂: volume de oxigênio

Em relação aos valores de PA aferidos durante as sessões de exercícios, foram observados na sessão AF imediatamente após o exercício aeróbico uma PAS de 132±18mmHg e após os exercícios de força de 138±26 mmHg. Já na sessão FA, foram observados valores da PAS imediatamente após os exercícios de força de 145±28mmHg e após exercício aeróbio de 122±20mmHg. Na PAD, foram observados na sessão AF imediatamente após o exercício aeróbico um valor médio de PAD de 80±12mmHg e de 76±16mmHg após os exercícios de força. Já na sessão FA, foram observados valores imediatamente após os exercícios de força de 86±15mmHg e 78±15mmHg após exercício aeróbio.

Na Figura 3 apresentamos a média ± desvio padrão dos valores da PAS em repouso e após as sessões experimentais. Na PAS, ocorreram diferenças significativas no tempo ($p < 0,001$) e interação significativa ($p < 0,001$). Foi observado na sessão AF queda pressórica em relação ao repouso apenas 30 minutos após sessão (REP: 118±12mmHg; 30': 110±13mmHg; $p = 0,004$). Já na sessão FA, a PAS diminuiu nos momentos 15' (111±12 mmHg; $p = 0,022$), 30' (110±14mmHg; $p = 0,025$), 45' (111±11mmHg; $p < 0,001$) e 60' (111±14mmHg; $p = 0,017$) em relação ao repouso (REP: 118±12mmHg). Não ocorreu declínio pressórico na sessão C. Entre as sessões, observou-se valores significativamente menores nas sessões de exercício comparado a sessão controle nos momentos 30' (AF: 110±13mmHg; FA: 110±14mmHg; C: 121±11mmHg), 45' (AF: 112±12mmHg; FA: 111±11mmHg; C: 123±11mmHg) e 90' (AF: 113±13mmHg; FA: 114±11mmHg; C: 124±11mmHg). Foi observado na sessão FA queda pressórica em relação a sessão controle 60 minutos após sessão (FA: 111±14mmHg; C: 122±11mmHg; $p = 0,047$).

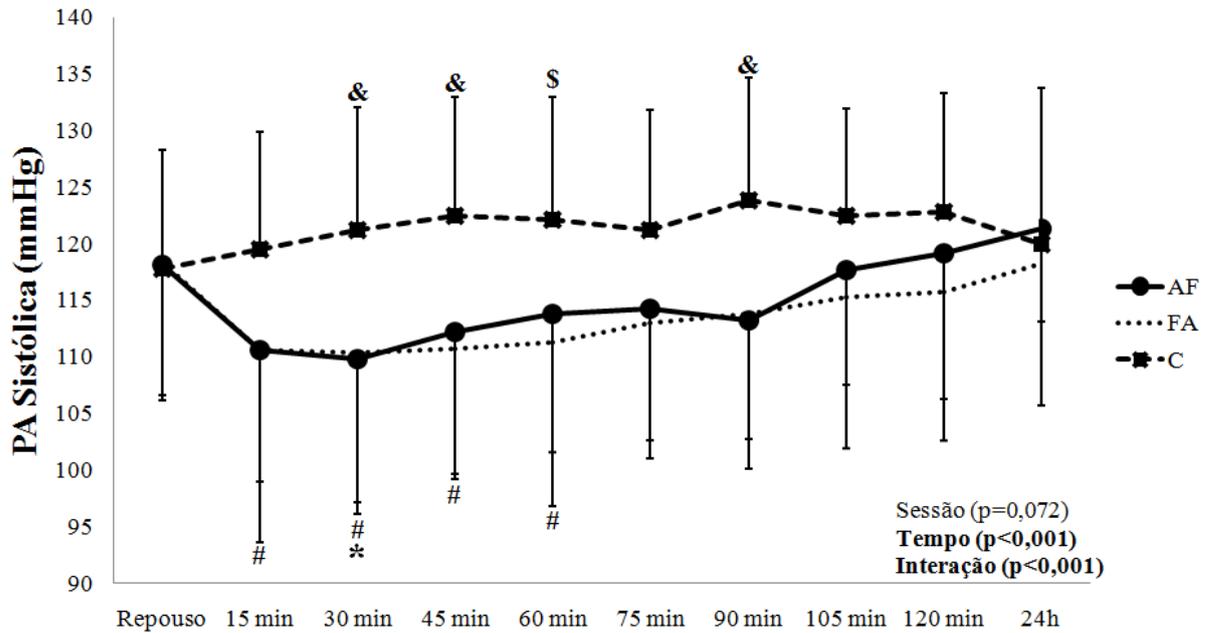


Figura 3. Comportamento da Pressão Arterial (PA) Sistólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C).

* diferença significativa da sessão AF em relação ao repouso

diferença significativa da sessão FA em relação ao repouso

& diferença significativa da sessão C em relação as outras sessões

\$ diferença significativa da sessão FA em relação a sessão C

Na Figura 4 apresentamos a área sob a curva da PAS. Encontramos diferenças significativas das sessões AF ($-441 \pm 976 \text{ mmHg} \cdot 24\text{h}$) e FA ($-614 \pm 730 \text{ mmHg} \cdot 24\text{h}$) em relação a sessão C ($461 \pm 847 \text{ mmHg} \cdot 24\text{h}$; $p=0,049$ e $p=0,003$, respectivamente) sem diferenças estatísticas entre as sessões de exercícios ($p>0,999$).

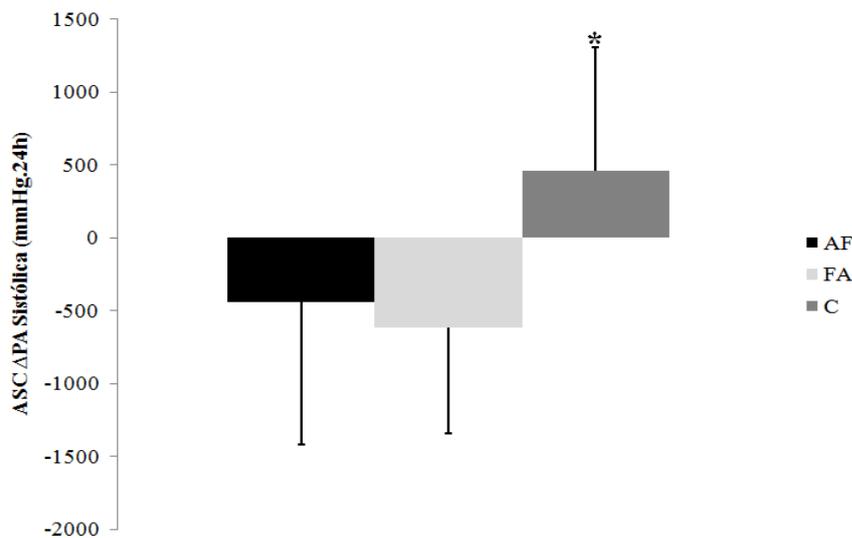


Figura 4. Área sob a curva da PA Sistólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C).

* diferença significativa da sessão C em relação as outras sessões

Na Figura 5 apresentamos a média \pm DP dos valores da PAD em repouso e após as sessões experimentais. Na PAD, não encontramos diferenças estatísticas entre as sessões ($p=0,267$), apenas no tempo ($p<0,001$) e interação ($p<0,001$). Ocorreu queda pressórica no minuto 30 após sessão AF (REP: 72 ± 10 ; 30: 67 ± 10 mmHg; $p=0,041$) seguido por normalização da PAD. Na sessão FA não encontramos diferença significativa sem relação ao repouso. Por fim, na sessão C houve um aumento da PAD nos momentos 75 (REP: 71 ± 10 ; 75: 76 ± 9 mmHg; $p=0,043$) e 90 (77 ± 10 mmHg; $p=0,024$). Entre as sessões não foi encontrado diferença estatística.

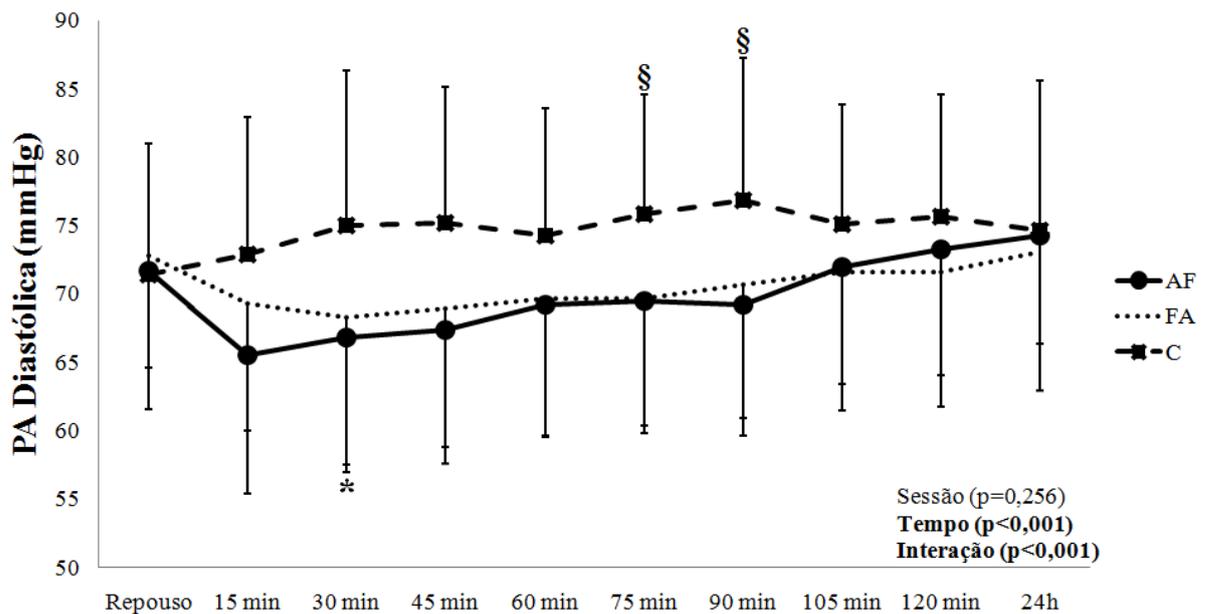


Figura 5. Comportamento da PA Diastólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C).

* diferença significativa da sessão AF em relação ao repouso

§ diferença significativa da sessão C em relação ao repouso

Na Figura 6 apresentamos a área sob a curva da PAD. Não encontramos diferenças estatísticas entre as sessões AF (-268 ± 577 mmHg.24h), FA (-304 ± 760 mmHg.24h) e C (411 ± 544 mmHg.24h).

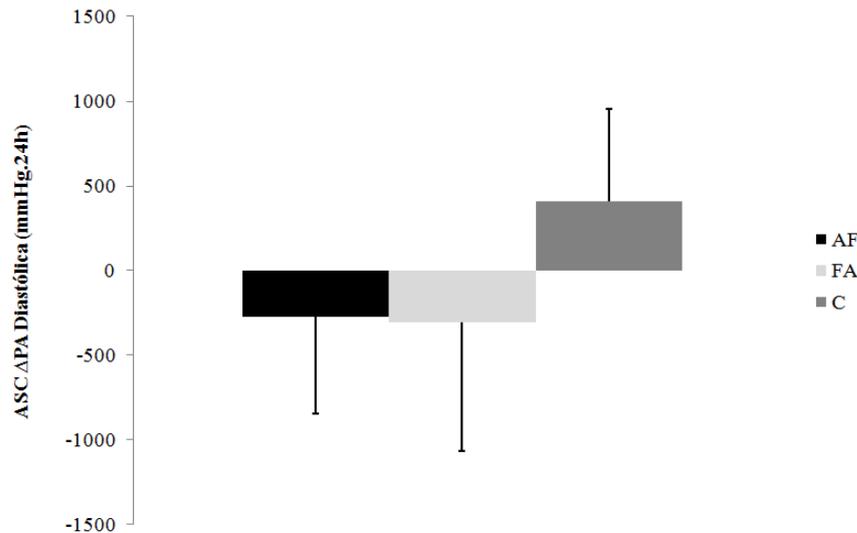


Figura 6. Área sob a curva da PA Diastólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C).

Na Figura 7 apresentamos a média \pm DP dos valores da PAM em repouso e após as sessões experimentais. Na PAM, não encontramos diferenças significativas entre as sessões ($p=0,154$), mas sim no tempo ($p<0,001$) e na interação ($p<0,001$). Na sessão AF ocorreu queda pressórica em relação ao repouso no minuto 30 após exercício (REP: 87 ± 10 mmHg; 30': 81 ± 10 mmHg; $p=0,005$) com subsequente normalização. Já na sessão FA, não encontramos diferença nos momentos em relação ao repouso inicial. Na sessão C houve um aumento da PAM 90 min em comparação ao repouso inicial (REP: 87 ± 9 mmHg; 90': 93 ± 10 mmHg; $p=0,042$). Entre as sessões, foi encontrado diferença estatística entre os momentos 30 min (AF: 81 ± 10 mmHg; C: 90 ± 11 mmHg; $p=0,034$) e 45 min (AF: 82 ± 10 mmHg; C: 91 ± 10 mmHg; $p=0,039$).

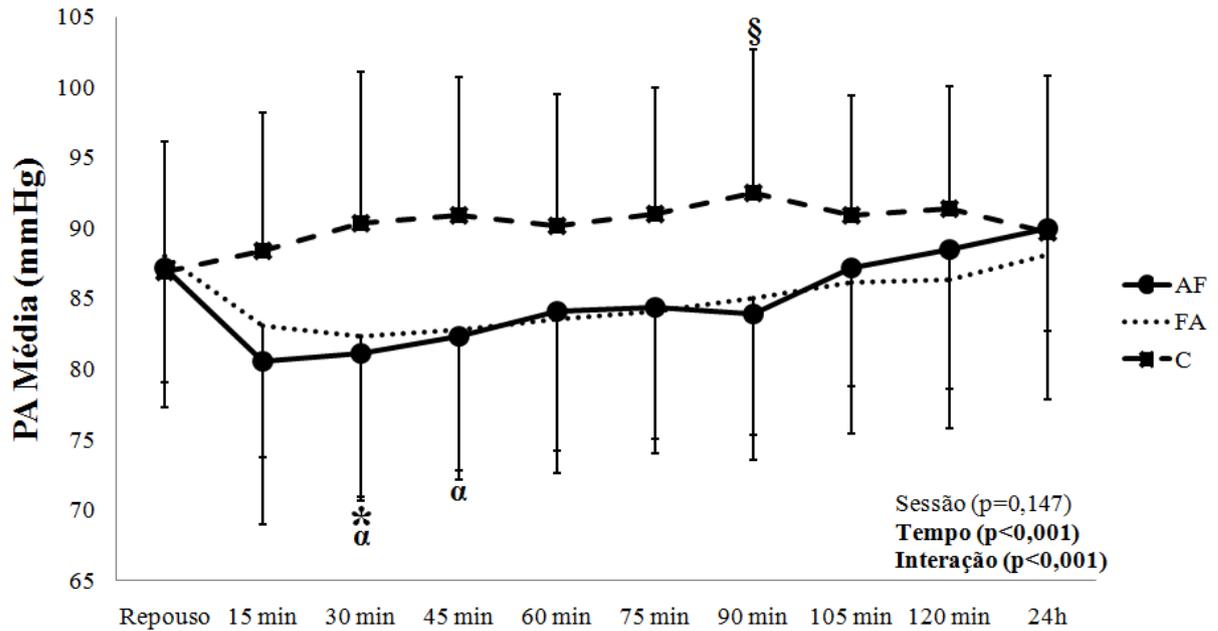


Figura 7. Comportamento da PA Média após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C).

* diferença significativa da sessão AF em relação ao repouso

§ diferença significativa da sessão C em relação ao repouso

α diferença significativa da sessão AF em relação a sessão C

Na Figura 8 apresentamos a área sob a curva da PAM. Encontramos diferenças significativas das sessões AF (-320 ± 661 mmHg.24h) e FA (-406 ± 705 mmHg.24h) em relação a sessão C (431 ± 593 mmHg.24h; $p=0,016$ e $p=0,004$, respectivamente) sem diferenças estatísticas entre as sessões de exercícios ($p>0,999$).

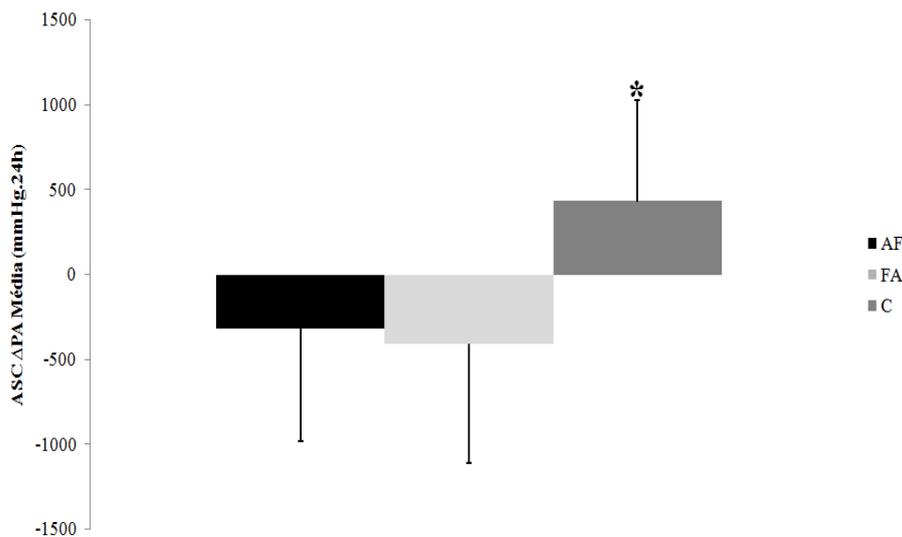


Figura 8. Área sob a curva da PA Sistólica após sessão de exercício concorrente em ordem aeróbio-força (AF), força-aeróbio (FA) e controle (C).

* diferença significativa da sessão C em relação as outras sessões

4. Discussão

O principal objetivo do presente estudo foi verificar se haveria uma ordem de execução do exercício concorrente que seria mais eficaz em promover uma HPE com maior magnitude e duração em idosos hipertensos controlados. De forma geral, nossos achados sugerem que as duas sessões são capazes de promover queda na PAS e manutenção da PAD e PAM independente da ordem. A nosso conhecimento este é o primeiro trabalho feito com objetivo de analisar se há uma melhor ordem de exercícios concorrentes para a redução da PA pós exercício nessa população. Esses achados demonstram-se de grande importância para os profissionais da saúde por contribuir na prescrição dos exercícios para a população idosa e hipertensa, visto que necessita-se de treinos que visem melhorar a força muscular, capacidade cardiorrespiratória e também controlar a HA.

Em relação ao repouso, ocorreu HPE na PAS com duração de até 1h na sessão FA (-7mmHg), enquanto na AF ocorreu redução (-8mmHg) apenas 30min após o exercício. Entretanto, não encontramos diferenças entre as sessões AF e FA, apenas em relação a sessão C. Na PAD, não ocorreu HPE na sessão FA, enquanto na AF a PAD reduziu 30min após sessão (-5 mmHg). Por fim, na PAM, não ocorreu HPE na sessão FA enquanto na AF ocorreu apenas no momento 30 min (-6mmHg). Portanto, as duas sessões sustentam magnitudes iguais de HPE, porém durações diferentes. Contudo, os dados da ASC demonstraram que, de forma geral, o exercício concorrente foi eficiente para proporcionar reduções significativas na PAS e PAM sem grandes diferenças entre as sessões. Logo, estes resultados observados em homens idosos com hipertensão concorda parcialmente com nossa hipótese.

Verificamos na literatura científica poucos estudos que buscaram analisar os efeitos do exercício concorrente na HPE. Mesmo com grande importância para a população idosa, há um maior número de estudos que buscaram avaliar a HPE dos exercícios concorrentes realizados em população de adultos jovens (Azevêdo et al. 2017; Domingues et al. 2019; Keese et al. 2011; Keese et al. 2012; Lovato et al. 2012; Ruiz et al. 2011; Teixeira et al. 2011) se comparado aos poucos artigos em idosos (Anunciação et al. 2016; Ferrari et al. 2017). Em relação a ordem das sessões, encontramos dois estudos que tiveram objetivos semelhantes ao do nosso (Domingues et al. 2019; Lovato et al. 2012), porém ambos foram realizados em jovens normotensos. Lovato et al. (2012) realizaram sessões experimentais de exercício concorrente em ordens AF e FA (3x10-15rep a 60% de 1RM e 60%VO_{2pico}) acompanhando a PA ao longo de 60 minutos pós exercício. Na sessão AF encontraram reduções pressóricas na PAS, PAD e PAM após sessão e mínimas alterações após exercício na ordem FA. Entretanto, neste estudo os autores não deixam claro se os valores da PA em repouso de ambas sessões

são estatisticamente diferentes (AF: 121 ± 4 ; FA: 117 ± 4 mmHg) podendo influenciar na HPE. Já Domingues et al. (2019) acompanharam as respostas da PA após o exercício concorrente e encontraram semelhança nas respostas pressóricas independentemente da ordem (3x8-10 de 10RM e 75-80% do $VO_{2\text{pico}}$). Contudo, este último estudo apresenta como limitação um período de monitoramento pós-exercício de apenas 30 minutos.

Em mulheres idosas, Anunciação et al. (2016) procuraram analisar os efeitos do exercício concorrente (ordem AF: 50-60% da FC_{reserva} e 3x15rep a 40% de 1RM) nas respostas pressóricas pós-exercício e encontraram reduções significativas na PAS (30 e 60min) e na PAD (10, 30 e 60min) em relação ao repouso. Este estudo concorda parcialmente com nossos resultados uma vez que encontramos diminuição na PAS, contudo, na PAD apenas 30 minutos após o exercício na sessão AF. Já o estudo realizado por Ferrari et al. (2017) avaliou também o efeito do exercício concorrente (na ordem FA: 4x8rep a 70% de 1RM e 65-70% do $VO_{2\text{max}}$) em idosos hipertensos e encontrou reduções significativas da PAD (10 a 40min) e apenas tendência a HPE na PAS. A justificativa dos autores é de que possivelmente o envelhecimento e/ou a HA tenha reduzido a complacência vascular afetando assim nas respostas aos estímulos causados pelo exercício. Desta forma, acredita-se que as diferentes respostas encontradas podem ser devido as intensidades utilizadas no estudo citado e no presente estudo.

Nesse sentido, o estudo realizado por Rezk et al. (2006) que comparou as respostas pressóricas de diferentes intensidades do exercício de força (40% de 1RM vs 80% de 1RM) em adultos jovens normotensos encontraram que nas duas intensidades ocorreu hipotensão sistólica pós-exercício, porém apenas na sessão com intensidade mais baixa (40% de 1RM) reduziu a PAD. Os autores apontam que há um aumento da RVP e queda no débito cardíaco após o exercício com intensidade mais alta (80% de 1RM) explicando a diminuição da PAS pós exercício e a inalteração da PAD. Entretanto, Brito et al. (2014) buscaram comparar diferentes intensidade do exercício de força (50% de 1RM vs 80% de 1RM) nas respostas agudas da PA de idosos hipertensos e encontraram HPE na PAS, PAD e PAM em ambas sessões, obtendo maiores reduções na sessão com maior intensidade. Já Cavalcante et al. (2015) também buscaram comparar diferentes intensidades do exercício de força (40% de 1RM vs 80% de 1RM) em mulheres idosas hipertensas e encontraram hipotensão pós-exercício em ambos protocolos sem diferença entre eles.

Em relação a intensidade utilizada no exercício aeróbio, utilizamos uma intensidade correspondente ao LV_1 , equivalente a 40-60% do $VO_{2\text{max}}$ (Binder et al. 2008). Um estudo realizado por Keese et al. (2012), que buscou comparar diferentes intensidades do exercício

aeróbio no exercício concorrente (na ordem FA: 2x6-8rep a 80% de 1RM e 50%, 65% e 80% de $VO_{2\text{pico}}$) em idosas hipertensas, encontrou HPE nas três sessões tanto para PAS quanto para PAD, porém com menor duração na PAS e menor duração e magnitude na PAD na sessão realizada a 50% do $VO_{2\text{pico}}$. Nos estudos realizados por Anunciação et al. (2016) e Ferrari et al. (2017) o exercício aeróbio foi realizado a 50-60% da FC_{reserva} e 65-70% do $VO_{2\text{max}}$, respectivamente, e encontraram resultados divergentes em relação a HPE. Com isso, podemos concluir que há discordância na literatura científica quanto a influência da intensidade do exercício de força e aeróbio nas respostas da PA tanto em sessões isoladas quanto em sessões concorrentes.

Independentemente dos resultados constatados em relação aos valores pré-exercício, é de grande importância destacar que ambas sessões de exercício concorrente acarretaram HPE sem diferenças significativas entre elas. Estes resultados contrariam a hipótese do estudo e sugerem que o exercício de força não influencia no efeito vasodilatador causado pelo exercício aeróbio e que as duas sessões possivelmente proporcionam respostas cardiovasculares pós-exercício semelhantes. Sabe-se que a HPE pode ser ocasionada tanto pela diminuição da RVP quanto pela diminuição do DC. No estudo feito por Rezk et al. (2006) em jovens normotensos observou que o exercício de força reduziu o DC e que não foi completamente compensada pela RVP. Já no estudo feito por Rueckert et al. (1996) realizado com exercício aeróbio em jovens hipertensos, observaram queda pressórica determinada pela diminuição da RVP seguida pela redução do DC. Em idosos os mecanismos podem ser diferentes se comparados aos de jovens. Em estudos realizados com idosos, os efeitos do exercício na RVP podem ser minimizados devido a perda na complacência arterial ocasionada pelo envelhecimento reduzindo assim sua capacidade vasodilatadora (Carpio-Rivera et al. 2016). Logo, os mecanismos envolvidos no efeito hipotensivo ocasionado pelo exercício em idosos deve-se pela redução do DC não compensado pela RVP.

Algumas possíveis limitações devem ser apontadas no presente artigo para devida interpretação dos dados. Nossa amostra consistiu em uma população específica (homens idosos com doença hipertensiva) limitando a generalização dos resultados. A PA pós-exercício foi avaliada por um curto período, portanto, nossos resultados não podem ser extrapolados para situações mais duradouras e também não avaliamos os mecanismos hemodinâmicos por trás das respostas da PA. Contudo, enfatizamos alguns pontos fortes do nosso estudo, tais como: participaram do estudo homens idosos hipertensos, realizamos uma sessão controle para identificar o comportamento da PA em um dia normal, todas as sessões

foram realizadas no mesmo período do dia, participaram do estudo avaliadores previamente treinados e padronizados.

5. Conclusão

Em resumo, podemos concluir que tanto começar com o exercício aeróbio e posteriormente realizar o de força quanto começar com o exercício de força e finalizar com o aeróbio podem proporcionar HPE de igual magnitude e duração em idosos hipertensos controlados. Nossos achados podem ter importantes aplicações práticas por propiciar uma adequada prescrição de exercício físico. O exercício de força trás benefícios para idosos cujo maior prejuízo devido ao processo do envelhecimento é a sarcopenia e o exercício aeróbio promove melhora nas respostas cardiorrespiratórias. Uma combinação desses benefícios pode auxiliar em um envelhecimento saudável atenuando seus efeitos no sistema cardiovascular, respiratório e neuromuscular, proporcionando assim melhor qualidade de vida para o idoso hipertenso.

Conflito de interesses

Os autores declaram não houve conflito de interesses no presente manuscrito.

Referências

- R.O. Alvim, P.C.J.L. Santos, L.A. Bortolotto, J.G. Mill, A.C. Pereira, 2017. Arterial stiffness: pathophysiological and genetic aspects. *Int. J. Cardiovasc. Sci.* 30(5): 433-41. <http://dx.doi.org/10.5935/2359-4802.20170053>
- P.G. Anunciação, P.T. Farinatti, K.F. Goessler, J. Casonatto, M.D. Polito, 2016. Blood pressure and autonomic responses following isolated and combined aerobic and resistance exercise in hypertensive older women. *Clin. Exp. Hypertens.* 38(8): 710-14. <https://doi.org/10.1080/10641963.2016.1200601>
- R. Asmar, J. Khabouth, J. Topouchian, R. El Feghali, J. Mattar, 2010. Validation of three automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol: The Omron M3 Intellisense (HEM-7051-E), the Omron M2 Compact (HEM 7102-E), and the Omron R3-I Plus (HEM 6022-E). *Blood Press. Monit.* 15(1): 49–54. <https://doi.org/10.1097/MBP.0b013e3283354b11>
- I. Astrand, P.O. Astrand, I. Hallback, A. Kilbom, 1973. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J. Appl. Physiol.* 35(5): 649-54. <https://doi.org/10.1152/jappl.1973.35.5.649>
- L. M. Azevêdo, A.C. de Souza, L.E.S. Santos, R.M. dos Santos, M.O.M. de Fernandes, J.A. Almeida, E. Pardono, 2017. Fractionated Concurrent Exercise throughout the Day Does Not Promote Acute Blood Pressure Benefits in Hypertensive Middle-aged Women. *Front. Cardiovasc. Med.* 4: 1-7. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2017.00006>.

R.K. Binder, M. Wonisch, U. Corra, A. Cohen-Solal, L. Vanhees, H. Saner, J.P. Schmid, 2008. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 15(6): 726-34: <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e328304fed4>.

BRASIL. Ministério da Saúde, 2019. *Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília.

A.F. Brito, de Oliveira CVC, Brasileiro-Santos MS, Santos AC, 2014. Resistance exercise with different volumes: blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly. *Clin Interv Aging.* 12: 2151-8. <https://doi.org/10.2147/CIA.S53441>.

L.C. Brito, R.Y. Fecchio, T. Peçanha, A. Andrade-Lima, J.R. Halliwill, C.L.M. Forjaz, 2018. Postexercise hypotension as a clinical tool: a "single brick" in the wall. *J. Am. Soc. Hypertens.* 12(12): 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.10.006>.

K.A. Brownley, S.G. West, A.L. Hinderliter, K.C. Light, 1996. Acute aerobic exercise reduces ambulatory blood pressure in borderline hypertensive men and women. *Am. J. Hypertens.* 9(3): 200-6. [https://doi.org/10.1016/0895-7061\(95\)00335-5](https://doi.org/10.1016/0895-7061(95)00335-5)

Y.N. Boutcher, S.H. Boutcher, 2017. Exercise intensity and hypertension: what's new? *J. Hum. Hypertens.* 31(3): 157-64. <https://doi.org/10.1038/jhh.2016.62>

E.L. Cadore, R.S. Pinto, F.L. Lhullier, C.S. Correa, C.L. Alberton, S.S. Pinto, A.P. Almeida, M.P. Tartaruga, E.M. Silva, L.F. Kruehl, 2010. Physiological effects of concurrent training in elderly men. *Int. J. Sports Med.* 31(10): 689-97. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1261895>.

E.L. Cadore, R.S. Pinto, M. Bottaro, M. Izquierdo, 2014. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 5(3): 183-95. <https://doi.org/10.14336/AD.2014.0500183>

C.G. Cardoso Jr, R.S. Gomides, A.C.C. Queiroz, L.G. Pinto, F.S. Lobo, T. Tinucci, D. Mion Jr, C.L.M. Forjaz, 2010. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics.* 65(3): 317-325. <https://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322010000300013>.

E. Carpio-Rivera, J. Moncada-Jiménez, W. Salazar-Rojas, A. Solera-Herrera, 2016. Acute effects of exercise on blood pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arq. Bras. Cardiol.* 106(5): 422-33. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20160064>.

P.A.M. Cavalcante, R.L. Rica, A.L. Evangelista, A.J. Serra, A. Figueira Jr, F.L. Pontes Jr, L. Kilgore, J.S. Baker, D.S. Bocalini, 2015. Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. *Clin. Interv. Aging.* 10: 1487-95. <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S79625>.

E.G. Ciolac, G.V. Guimarães, V.M. D'Ávila, L.A. Bortolotto, E.L. Doria, E.A. Bocchi, 2008. Acute aerobic exercise reduces 24-H ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics.* 63(6): 753-8. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322008000600008>.

- E.G. Ciolac, G.V. Guimarães, V.M. D'Ávila, L.A. Bortolotto, E.L. Doria, E.A. Bocchi, 2009. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. *Int. J. Cardiol.* 133(3): 381-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.02.005>.
- G. Colleluori, L. Aguirre, U. Phadnis, K. Fowler, R. Armamento-Villareal, Z. Sun, L. Brunetti, J.H. Park, B.A. Kaipparetu, N. Putluri, V. Auetumrongsawat, K. Yarasheski, C. Qualls, D.T. Villareal, 2019. Aerobic plus resistance exercise in obese older adults improves muscle protein synthesis and preserves myocellular quality despite weight loss. *Cell Metabolism, Cambridge.* 30(2): 261-73. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.06.008>
- W.J.R. Domingues, A.H.G. Soares, B.R. Cavalcante, R.R.M. da Silva, P.M. Nunhes, G.M.G. da Silva, E. Bezerra, N.L. Oliveira, J. Oliveira, 2019. Influence of the order of aerobic and resistance exercise on hemodynamic responses and arterial stiffness in young normotensive individuals. *J. Bodyw. Mov. Ther.* <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.09.005>.
- K. Dwan, T. Li, D.G. Altman, D. Elbourne, 2019. CONSORT 2010 statement: extension to randomised crossover trials. *BMJ.* <https://doi.org/10.1136/bmj.l4378>
- F. Faul, E. Erdfelder, A-G. Lang, A. Buchner, 2007. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods.* 39: 175-191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>.
- R. Ferrari, D. Umpierre, G. Vogel, P.J.C. Vieira, L.P. Santos, R.B. de Mello, H. Tanaka, S.C. Fuchs, 2017. Effects of concurrent and aerobic exercises on postexercise hypotension in elderly hypertensive men. *Exp. Gerontol.* 98: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.08.012>.
- M.M. Fisher, 2001. The effect of aerobic exercise on recovery ambulatory blood pressure in normotensive men and women. *Res. Q. Exerc. Sport.* 72(3): 267-72. <https://doi.org/10.1080/02701367.2001.10608959>.
- W. Fitzgerald, 1981. Labile hypertension and jogging: new diagnostic tool or spurious discovery? *Br. Med. J.* 282(6263): 542-4. <https://doi.org/10.1136/bmj.282.6263.542>.
- W.R. Frontera, V.A. Hughes, K.J. Lutz, W.J. Evans, 1985. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J. Appl. Physiol.* 71(2): 644-50. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.71.2.644>.
- J.R. Halliwill, T.M. Buck, A.N. Lacewell, S.A. Romero, 2013. Postexercise hypotension and sustained post exercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp. Physiol.* 98(1): 7-18. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058065>.
- A. Hecksteden, T. Grutters, T. Meyer, 2013. Tim Association between postexercise hypotension and long-term training-induced blood pressure reduction: a pilot study. *Clin. J. Sport Med.* 23(1): 58-63. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31825b6974>
- P.J.J. Herrod, B. Doleman, J.E.M. Blackwell, F. O'Boyle, J.P. Williams, J.N. Lund, B.E. Phillips, 2018. Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Soc. Hypertens.* 12(4): 248-67, <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.01.008>.

C. Hurst, K.L. Weston, S.J. McLaren, M. Weston, 2019. The effects of same-session combined exercise training on cardiorespiratory and functional fitness in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clin. Exp Res.* <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01124-7>.

P.M. Kearney, M. Whelton, K. Reynolds, P. Muntner, P.K. Whelton, J. He, 2005. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet.* 365(9455): 217-23. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)17741-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)17741-1).

F. Keese, P. Farinatti, L. Pescatello, W. Monteiro, 2011. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *J. Strength Cond. Res.* 25(5):1429-36. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d6d968>.

F. Keese, P. Farinatti, L. Pescatello, F.A. Cunha, W. Monteiro, 2012. Aerobic exercise intensity influences hypotension following concurrent exercise sessions. *Int. J. Sports Med.* 33(2): 148-53. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1291321>.

M.J. Kenney, D.R. Seals, 1993. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension.* 22(5): 653–64. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.22.5.653>.

V.P. Lombardi, 1989. *Beginning Weight Training: The Safe and Effective Way.* WC Brown, Dubuque.

N.S. Lovato, P.G. Anunciação, M.D. Polito, 2012. Blood pressure and heart rate variability after aerobic and weight exercises performed in the same session. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 18(1): 22-5. <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000100004>.

H. Naci, M. Salcher-konrad, S. Dias, M.R. Blum, S.A. Sahoo, D. Nunan, J.P.A. Ioannidis, 2018. How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. *BMJ.* 366(14): 859-69. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099921>.

M.V.B. Malachias, F.L. Plavnik, C.A. Machado, D. Malta, L.C.N. Scala, S. Fuchs, 2016. 7th Brazilian guideline of arterial hypertension: chapter 1 - concept, epidemiology and primary prevention. *Arq. Bras. Cardiol.* 107(3): 1-6. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20160151>.

S. Matsudo, T. Araújo, V. Matsudo, D. Andrade, E. Andrade, L.C. Oliveira, G. Braggion, 2001. International physical activity questionnaire (IPAQ): study of validity and reliability in Brazil. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte.* 6:5-18.

R.S. Meneguelo, C.F.S. Araújo, R. Stein, L.E. Mastrocolla, P.F. Albuquerque, S.M. Serra, 2010. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq. Bras. Cardiol.* 95(5): 1-26. <https://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010000800001>.

K.T. Mills, J.D. Bundy, T.N. Kelly, J.E. Reed, P.M. Kearney, K. Reynolds, J. Chen, J. He, 2016. Global disparities of hypertension prevalence and control: a systematic analysis of population-based studies from 90 countries. *Circulation.* 134(6): 441-50. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912>.

- Z. Murlasits, Z. Kneffel, L. Thalib, 2018. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. *J. Sports Sci.* 36(11): 1212-19. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2017.1364405>.
- L.S. Pescatello, H.V. MacDonald, L. Lamberti, B.T. Johnson, 2015. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. *Curr. Hypertens. Rep.* 17(11): 87. <http://dx.doi.org/10.1007/s11906-015-0600-y>.
- C.C. Rezk, R.C. Marrache, T. Tinucci, D. Mion Jr, C.L.M. Forjaz, 2006. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol.* 98(1): 105-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-006-0257-y>.
- P.A. Rueckert, P.R. Slane, D.L. Lillis, P. Hanson, 1996. Hemodynamic patterns and duration of post-dynamic exercise hypotension in hypertensive humans. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28 (1): 24-32. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199601000-00010>.
- R.J. Ruiz, R. Simão, M.G. Saccomani, J. Casonatto, J.L. Alexander, M. Rhea, M.D. Polito, 2011. Isolated and combined effects of aerobic and strength exercise on post-exercise blood pressure and cardiac vagal reactivation in normotensive men. *J. Strength. Cond. Res.* 25(3): 640-5. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1fcc7>.
- L. Teixeira, R.M. Ritti-Dias, T. Tinucci, D.Mion Jr, C.L.M. Forjaz, 2011. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. *Eur. J. Appl. Physiol.* 111(9): 2069-78. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1811-1>.
- R.A. Tibana, N.M. de Sousa, D. da Cunha Nascimento, G.B. Pereira, S.G. Thomas, S. Balsamo, H.G. Simoes, J. Prestes, 2015. Correlation between acute and chronic 24-hour blood pressure response to resistance training in adult women. *Int. J. Sports. Med.* 36(1):82–9. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1382017>.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, Rafael de O. et al. Arterial stiffness: pathophysiological and genetic aspects. **International Journal Cardiovascular Sciences**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 5, p. 433-41, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2359-4802.20170053>
Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2359-56472017000500433. Acesso em: 07 set. 2019.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSMs Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2018.
- AMORIM, Fátima de S. A.; PERNAMBUCO, Carlos S.; VALE, Rodrigo G. de S. Envelhecimento. In: VALE, Rodrigo G. de S., PERNAMBUCO, Carlos S., DANTAS, Estélio H. M. **Manual de Avaliação do Idoso**. 1. ed. São Paulo: Ícone, 2016.
- ANUNCIACÃO, Paulo G. et al. Blood pressure and autonomic responses following isolated and combined aerobic and resistance exercise in hypertensive older women. **Clinical and Experimental Hypertension**, London, v. 38, n. 8, p. 710-14, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10641963.2016.1200601>
Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10641963.2016.1200601?journalCode=iceh20>. Acesso em: 09 set. 2019.
- ASTRAND, Irma et al. Reduction in maximal oxygen uptake with age. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 35, n. 5, p. 649-54, 1973.
DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl.1973.35.5.649>
Disponível em:
<https://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1973.35.5.649?journalCode=jappl>. Acesso em: 09 set. 2019
- AZEVÊDO, Luan M. et al. Fractionated Concurrent Exercise throughout the Day Does Not Promote Acute Blood Pressure Benefits in Hypertensive Middle-aged Women. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, Lausanne, v. 4, 2017.
DOI: 10.3389/fcvm.2017.00006
Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5308062/>. Acesso em: 09 set. 2019.
- BIELECKA-DABROWA, Agata et al. Post-exercise Hypotension in the Elderly. In: ALAGIAKRISHNAN, Kannayiram, BANACH, Maciej (eds) **Hypotensive Syndromes in Geriatric Patients**. Springer, Cham, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30332-7>
Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30332-7_5#citeas. Acesso em: 04 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília: 2019. Disponível em: <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/vigitel>. Acesso em: 09 set. 2019

BOUTCHER, Yati N.; BOUTCHER, Steve. Exercise intensity and hypertension: what's new? **Journal of Human Hypertension**, London, v. 31, n. 3, p. 157-64, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1038/jhh.2016.62>

Disponível em: <https://www.nature.com/articles/jhh201662>. Acesso em: 16 set. 2019.

BRITO, Leandro C.; QUEIROZ, Andréia C. C.; FORJAZ, Cláudia L. M. Influence of population and exercise protocol characteristics on hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 626-36, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-431x20143832>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4165289/>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BRITO, Leandro C. et al. Postexercise hypotension as a clinical tool: a "single brick" in the wall. **Journal of the American Society of Hypertension**, New York, v. 12, n. 12, p. 59-64, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.10.006>

Disponível em: [https://www.ashjournal.com/article/S1933-1711\(18\)30291-2/fulltext](https://www.ashjournal.com/article/S1933-1711(18)30291-2/fulltext). Acesso em: 09 set. 2019.

BROWNLEY, Kimberly A. et al. Acute aerobic exercise reduces ambulatory blood pressure in borderline hypertensive men and women. **American Journal of Hypertension**, New York, v. 9, n. 3, p. 200-6, 1996.

DOI: [https://doi.org/10.1016/0895-7061\(95\)00335-5](https://doi.org/10.1016/0895-7061(95)00335-5)

Disponível em: <https://academic.oup.com/ajh/article/9/3/200/147338>. Acesso em: 09 set. 2019.

CADORE, Eduardo L. et al. R.S. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 31, n. 10, p. 689-97, 2010

DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0030-1261895>.

Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0030-1261895>. Acesso em: 09 set. 2019.

CADORE, Eduardo L. et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**, Dordrecht, v. 35, n. 3, p. 891-903, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11357-012-9405-y>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3636398/>. Acesso em: 09 set. 2019.

CADORE, Eduardo L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and Disease**, California, v. 5, n. 3, p. 183-95, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.14336/AD.2014.0500183>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4037310/>. Acesso em: Acesso em: 09 set. 2019.

CADORE, Eduardo L. et al. Cardiorespiratory adaptations in elderly men following different concurrent training regimes. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, Paris, v. 22, n. 4, p. 483-90, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12603-017-0958-4>

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29582887-cardiorespiratory-adaptations-in-elderly-men-following-different-concurrent-training-regimes/>. Acesso em 09 set. 2019.

CARDOSO, Crivaldo G. et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**, São Paulo, v. 65, n. 3, p. 317-25, 2010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322010000300013>

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322010000300013. Acesso em. 09 set. 2019.

CARPIO-RIVERA, Elizabeth et al. Acute effects of exercise on blood pressure: A Meta-Analytic Investigation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 106, n. 5, p. 422-33, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20160064>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4914008/>. Acesso em: 09 set. 2019.

CIOLAC, Emmanuel G. et al. Acute aerobic exercise reduces 24-H ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. **Clinics**, São Paulo, v. 63, n. 6, p. 753-8, 2008.

DOI: 10.1590/S1807-59322008000600008

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2664274/>. Acesso em: 09 set. 2019

CIOLAC, Emmanuel G. et al. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. **International Journal of Cardiology**, Amsterdam, v. 133, n. 3, p.381-7, 2009.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.02.005>

Disponível em: [https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273\(08\)00304-5/fulltext](https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273(08)00304-5/fulltext). Acesso em: 09 set. 2019.

COLLELUORI, Georgia et al. Aerobic plus resistance exercise in obese older adults improves muscle protein synthesis and preserves myocellular quality despite weight loss. **Cell Metabolism**, Cambridge, v. 30, n. 2, p. 261-73, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.06.008>

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31279675-aerobic-plus-resistance-exercise-in-obese-older-adults-improves-muscle-protein-synthesis-and-preserves-myocellular-quality-despite-weight-loss/>. Acesso em: 20 set. 2019.

DOMINGUES, Wagner J. R. et al. Influence of the order of aerobic and resistance exercise on hemodynamic responses and arterial stiffness in young normotensive individuals. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.09.005>

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1360859219302293#abssec0025>.

Acesso em: 16 set. 2019.

FECCHIO, Rafael Y. et al. Exercício físico na redução da pressão arterial: Por quê? Como? Quanto? **Revista Hipertensão**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 3-15, 2017.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/319162777_Exercicio_fisico_na_reducao_da_pressao_arterial_Por_que_Como_Quanto. Acesso em: 09 set. 2019

FERRARI, Rodrigo et al. Effects of concurrent and aerobic exercises on postexercise hypotension in elderly hypertensive men. **Experimental Gerontology**, Oxford, v. 98, p. 1-7, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.08.012>

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556517300414?via%3Dihub>. Acesso em: 09 set. 2019.

FISHER, Michele M. The effect of aerobic exercise on recovery ambulatory blood pressure in normotensive men and women. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 72, n. 3, p. 267-72, 2001.

DOI: <https://doi.org/10.1080/02701367.2001.10608959>

Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02701367.2001.10608959>. Acesso em: 09 set. 2019

FITZGERALD, William. Labile hypertension and jogging: New diagnostic tool or spurious discovery? **British Medical Journal**, London, v. 282, n. 6263, p. 542-4, 1981.

DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.282.6263.542>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1504300/>. Acesso em: 09 set. 2019.

FRONTERA, Walter R. et al. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 71, n. 2, p. 644-50, 1985.

DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.71.2.644>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1938738>. Acesso em: 07 set. 2019.

HALLIWILL, John R. et al. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? **Experimental Physiology**, New York, v. 98, n. 1, p. 7–18, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058065>

Disponível em:

<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/expphysiol.2011.058065>. Acesso em: 09 set. 2019.

HECKSTEDEN, Anne; GRÜTTERS, Teresa; MEYER, Tim. Association between postexercise hypotension and long-term training-induced blood pressure reduction: a pilot study. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 23, n. 1, p. 58–63, 2013.

DOI: [10.1097/JSM.0b013e31825b6974](https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31825b6974).

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22673537>. Acesso em: 09 set. 2019.

HERROD, Philip J. J. et al. Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Society of Hypertension**, New York, v. 12, n. 4, p. 248-67, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.01.008>

Disponível em: [https://www.ashjournal.com/article/S1933-1711\(18\)30009-3/fulltext](https://www.ashjournal.com/article/S1933-1711(18)30009-3/fulltext). Acesso em: 09 set. 2019

HURST, Christopher et al. The Effects of Same-Session Combined Exercise Training on Cardiorespiratory and Functional Fitness in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Aging Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 31, n. 12, p. 1701-17, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01124-7>

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40520-019-01124-7>. Acesso em: 09 set. 2019.

IBGE. **Tábua completa de mortalidade para o Brasil – 2018**: Breve análise da evolução da mortalidade no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101628>. Acesso em: 26 dez. 2019.

KEESE, Felipe et al. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 25, n. 5, p. 1429-36, 2011.

DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181d6d968

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21358433>. Acesso em: 09 set. 2019.

KEESE, Felipe et al. Aerobic exercise intensity influences hypotension following concurrent exercise sessions. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 33, n. 2, p. 148-53, 2012.

DOI: 10.1055/s-0031-1291321

Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0031-1291321>. Acesso em: 09 set. 2019.

KENNEY, Michael J.; SEALS, Douglas R. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. **Hypertension**, Dallas, v. 22, n. 5, p. 653–64, 1993.

DOI: <https://doi.org/10.1161/01.HYP.22.5.653>

Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.HYP.22.5.653>. Acesso em: 09 set. 2019.

LOVATO, Natalia S.; ANUNCIACÃO, Paulo G.; POLITO, Marcos D. Blood pressure and heart rate variability after aerobic and weight exercises performed in the same session.

Revista Brasileira de Medicina do Esporte, São Paulo, v. 18, n. 1. p. 22-5, 2012.

DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000100004>.

Disponível acesso em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922012000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 12 dez. 2019.

MALACHIAS, Marcus V. B. et al. 7ª Diretriz brasileira de hipertensão arterial: capítulo 1 - conceituação, epidemiologia e prevenção primária. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 107, n. 3, supl. 3, p. 1-6, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20160151>

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2016004800002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 07 set. 2019

MILLS, Katherine T. et al. Global disparities of hypertension prevalence and control: a systematic analysis of population-based studies from 90 countries. **Circulation**, Dallas, v. 134, n. 6, p. 441-50, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912>.

Disponível em:

https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rft_dat=cr_pub%3Dpubmed. Acesso em: 26 dez. 2019.

MURLASITS, Zsolt; KNEFFEL, Zsuzsanna; THALIB, Lukman. The Physiological Effects of Concurrent Strength and Endurance Training Sequence: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 36, n. 11, p. 1212-9, 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2017.1364405>

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28783467-the-physiological-effects-of-concurrent-strength-and-endurance-training-sequence-a-systematic-review-and-meta-analysis/>. Acesso em: 2 ago. 2018..

NACI, Huseyin et al. How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 53, n. 14, p. 859-69, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099921>.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30563873-how-does-exercise-treatment-compare-with-antihypertensive-medications-a-network-meta-analysis-of-391-randomised-controlled-trials-assessing-exercise-and-medication-effects-on-systolic-blood-pressure/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

PAPALEO NETTO, Matheus. O estudo da velhice: histórico, definição do campo e termos básicos. In: FREITAS, Elizabete V.; PY, Ligia (org.). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013

PESCATELLO, Linda S. et al. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. **Current Hypertension Reports**, Philadelphia, v. 17, n. 11, p. 87, 2015.

DOI: [10.1007/s11906-015-0600-y](https://doi.org/10.1007/s11906-015-0600-y).

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4589552/>. Acesso em 09 set. 2019.

RUIZ, Roberto J. et al. Isolated and combined effects of aerobic and strength exercise on post-exercise blood pressure and cardiac vagal reactivation in normotensive men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 640-5, 2011.

DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181c1fcc7](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1fcc7)

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20571446>. Acesso em: 09 set. 2019.

TEIXEIRA, Luiz et al. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 9, p. 2069-78, 2011.

DOI: [10.1007/s00421-010-1811-1](https://doi.org/10.1007/s00421-010-1811-1)

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-010-1811-1>. Acesso em: 09 set. 2019.

TIBANA, Ramires A. et al. Correlation between acute and chronic 24-hour blood pressure response to resistance training in adult women. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 36, n. 1, p. 82–9, 2015.

DOI: 10.1055/s-0034-1382017

Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0034-1382017.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019

WHELTON, Paul K. et al. Guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2017.07.745>

Disponível em:

http://www.onlinejacc.org/content/71/19/e127?_ga=2.77388501.1772768217.1577390456-976790554.1577390456. Acesso em: 26 dez. 2019.

WHITE, Daniel W.; RAVEN, Peter B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. **Journal Of Physiology**, London, v. 592, n. 12, p. 2491-500, 2014.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2014.271858>

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4080933/>. Acesso em: Acesso em: 26 dez. 2019.