

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANA CAROLINA ARAUJO CARVALHO**

**COMPARAÇÃO DA RESPOSTA AGUDA DA PRESSÃO ARTERIAL EM  
EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS ENVOLVENDO DIFERENTES GRUPOS  
MUSCULARES: Uma revisão sistemática com metanálise**

Florianópolis,  
2021

Ana Carolina Araujo Carvalho

**COMPARAÇÃO DA RESPOSTA AGUDA DA PRESSÃO ARTERIAL EM  
EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS ENVOLVENDO DIFERENTES GRUPOS  
MUSCULARES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em  
Educação Física – Bacharelado do Centro de  
Desportos da Universidade Federal de Santa  
Catarina como requisito para a obtenção do Título  
de Bacharel em Educação Física.  
Orientador: Profa. Dra. Aline Mendes Gerage da  
Silva

Florianópolis

2021

#### Ficha de identificação da obra

Carvalho, Ana Carolina Araujo

Comparação da resposta aguda da pressão arterial em exercícios isométricos envolvendo diferentes grupos musculares : uma revisão sistemática com metanálise / Ana Carolina Araujo Carvalho ; orientadora, Aline Mendes Gerage da Silva, 2021.

50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. contração isométrica. 3. handgrip. 4. pressão sanguínea. I. Silva, Aline Mendes Gerage da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação Física. III. Título.

Ana Carolina Araujo Carvalho

**COMPARAÇÃO DA RESPOSTA AGUDA DA PRESSÃO ARTERIAL EM EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS ENVOLVENDO DIFERENTES GRUPOS MUSCULARES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Educação Física” e aprovado em sua forma final pelo Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, com a nota 10 (dez).

Florianópolis, 10 de maio de 2021.

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Aline Mendes Gerage  
Data: 19/05/2021 10:01:46-0300  
CPF: 053.622.289-43  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Aline Mendes Gerage da Silva, Dra.

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Cíntia de La Rocha Freitas  
Data: 19/05/2021 18:43:35-0300  
CPF: 591.422.510-87  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Cíntia de la Rocha Freitas, Dra.

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Tiago Turnes  
Data: 19/05/2021 11:03:18-0300  
CPF: 068.966.679-90  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Tiago Turnes, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Se tem algo que tenho certeza é que cada uma das pessoas que cruzaram meu caminho, estiveram ali para me ensinar de alguma forma e muitas delas provavelmente nem saibam o quanto contribuíram para meu crescimento. O que sei é que sou um pouco de cada um que passou por mim. Então, nada mais justo que dedicar esse espaço de agradecimento àqueles que permanecem e que são tão essenciais na minha vida.

Deus, quem me guia todos os dias, me protege e sempre me mostra uma saída.

Aos meus pais, obrigada por proporcionarem todas as condições para a minha formação. Por serem meu amparo e minha força. Viver longe de casa não é muito fácil, obrigada por entenderem os momentos que não pude estar perto de vocês e por sempre me aguardarem, nas minhas voltas para casa, com um chimarrão, um colo e um sorriso no rosto. Por isso, tudo valeu à pena. Mãe, você sempre disse que tua maior missão aqui era formar teus três filhos... pois bem mãe, você está formando a terceira. Obrigada por me ensinar que “tudo na vida passa” e assim me instigar a aproveitar todas as oportunidades que surgem em meu caminho. Pai, todas as manhãs que você me abençoa, mesmo de longe, eu me sinto ainda mais protegida. Obrigada por fazer absolutamente tudo por mim, por me orientar desde meus primeiros passos e por me mostrar que quem nos protege, não dorme. Amo vocês mais que tudo!

Aos meus irmãos, Arnaldo e Gabriel, que são meus exemplos e meus orgulhos. Mano Naldo, obrigada por compartilhar a rotina e demonstrar tua preocupação comigo nos mais simples gestos. Mano Gab, obrigada pelo teu auxílio sempre que precisei, pela tua proteção e carinho. Em mim, tem um pouco de cada um de vocês. Minha cunhada, Mirian, obrigada por abrir as portas de sua casa para mim sempre e, pelo maior presente que você e o mano poderiam ter me dado, a nossa Cecília. Guilherme, meu cunhado, obrigada pela convivência diária, você torna a rotina mais leve.

À família Carvalho. Obrigada por estarem sempre na torcida por mim e me incluírem em suas orações. Vocês são meus exemplos de união e força.

Ao meu namorado, Rafael. Te agradeço por todo o equilíbrio que você trouxe e por ser meu lugar de calma. Obrigada por entender todos os finais de semana que eu te substituí por um *notebook* e, mesmo assim, me trazer uma cervejinha e se sentar ao meu lado até eu terminar tudo que precisava, sem nunca reclamar. Falando em cerveja, obrigada sogra e sogro, Raquel e Spyros, por brindarem tantos momentos especiais comigo, por serem minha família de Florianópolis e por todo apoio e cuidado. Gustavo, meu cunhadinho, obrigada por nunca reclamar de todas as vezes que o despertador tocou cedo.

À minha orientadora, professora Aline. Você é incrível! Obrigada pelo teu suporte e tuas pontuações sempre tão certeiras em tudo que precisei. É maravilhoso trabalhar com quem você admira e confia e é assim que me sinto em relação a você. Sua dedicação e amor pelo que faz, culminam para ser essa referência tanto acadêmica, quanto pessoal.

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Exercício Físico e Doenças Cardiovasculares, do qual faço parte, nossas discussões contribuíram muito para minha formação. Em especial, Juliana, Guilherme e Cleilson, que me auxiliaram no desenvolvimento desse trabalho e que não mediram esforços para que isso fosse possível. Mil vezes, obrigada!

À minha banca avaliadora, professor Tiago e professora Cíntia. Que honra. Admiro vocês! Obrigada por aceitarem esse convite e estarem presentes na finalização dessa etapa, a qual vocês contribuíram para tornar mais interessante e motivadora. Que maravilha poder ser aluna de pessoas tão inteligentes, comprometidas e que me inspiraram nessa trajetória.

Aos ótimos professores do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, que fizeram parte da minha formação e me conduziram até aqui. Aos meus colegas do Centro de Treinamento Be Strong do qual faço parte, que contribuem diariamente com meu crescimento.

À minha turma original, 16.2, a melhor turma, diga-se de passagem. Com vocês, os debates sempre ficaram mais interessantes. Meu agradecimento especial ao meu grupo: Carolina, Janara e Lucas. Obrigada por serem meus presentes da educação física, pela amizade, companheirismo e pelos inúmeros cafés e conversas sobre a vida.

Às amigas que conquistei no meu retorno ao curso: Amanda, Camila, Emily e Julia. Obrigada por me acolherem e por todas as trocas que tivemos. Obrigada por todo conhecimento compartilhado e pela amizade construída.

Às minhas amigas de infância, que são minhas amigas da vida. Obrigada por me acompanharem mesmo de longe nessa trajetória, por vibrarem com as minhas conquistas e por permanecerem aqui. Esse singelo agradecimento chegará em cada uma de vocês. Aos amigos que conquistei em Santa Catarina, prezo e zelo pela amizade de cada um. Obrigada por entenderem minha ausência em muitos momentos e por fazerem da minha presença, motivo de muita festa!

Por fim, agradeço àqueles que contribuíram de alguma forma com a minha formação pessoal e acadêmica. Findo esse ciclo com a certeza de que tive pessoas especiais e que eu necessitava para meu crescimento. Além de tudo, espero ter conseguido transmitir o melhor de mim para cada um. A vida se torna mais leve quando temos pessoas com quem contar, sorrir e compartilhar momentos.

## RESUMO

A prática regular do exercício isométrico (EI), principalmente o *handgrip*, tem sido considerada como uma alternativa eficaz na redução da pressão arterial (PA) de repouso em hipertensos e normotensos. No entanto, ainda não está claro qual a magnitude do aumento da PA proporcionada por diferentes modalidades do EI durante sua execução. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática com metanálise para comparar as respostas da PA durante a execução de diferentes tipos de EI àquelas identificadas durante a execução do EI de *handgrip* em adultos. As buscas de artigos foram feitas em quatro bases de dados: PubMed, Cochrane Central, SPORTDiscus e LILACS. Foram incluídos estudos publicados até junho de 2020, disponíveis na língua inglesa, portuguesa e espanhola, com amostras compostas por adultos ( $\geq 18$  anos), de ambos os sexos, hipertensos ou normotensos, treinados ou não treinados e que fornecessem valores de PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) durante a execução de diferentes tipos de EI em comparação ao *handgrip*. As análises estatísticas foram realizadas por meio do *software* OpenMeta. Oito estudos foram incluídos na metanálise, totalizando 153 participantes. Quatro estudos envolveram protocolos de exercícios de *handgrip* e *leg extension*, três estudos abrangeram os exercícios de *handgrip* e *deadlift* e um estudo investigou as respostas das três modalidades. O EI de *leg extension*, em comparação ao *handgrip*, proporcionou aumentos de maior magnitude na PAS (diferença média: 9.630 mmHg; IC 95% 4.471, 14.789;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 51.336%) e na PAD (diferença média: 11.311 mmHg; IC 95% 7.050, 15.572;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 31.808%). Assim como o EI de *leg extension*, os aumentos constatados no EI de *deadlift* foram superiores na PAS (diferença média: 26.645 mmHg; IC 95% 18.117, 35.173;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 0%) e na PAD (diferença média: 12.625 mmHg; IC 95% 7.683, 17.567;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 0%) em comparação ao EI de *handgrip*. Conclui-se, portanto, que os EI de *leg extension* e *deadlift*, que envolvem maior massa muscular em comparação ao EI de *handgrip*, promovem, agudamente, maiores aumentos tanto da PAS quanto da PAD em adultos.

**Palavras chaves:** Contração isométrica. *Handgrip*. Pressão sanguínea.

## ABSTRACT

The regular practice of isometric exercise (IS), especially the handgrip, has been considered as an effective alternative in reducing resting blood pressure (BP) in hypertensive and normotensive individuals. However, it is still unclear what the magnitude of the BP increase provided by different modes of IS during its execution. In this sense, the objective of this study was to carry out a systematic review with meta-analysis to compare the BP responses during the execution of different types of IS to those identified during the execution of the handgrip IS in adults. Searches for articles were carried out in four databases: PubMed, Cochrane Central, SPORTDiscus and LILACS. It was included studies published up to June 2020, available in English, Portuguese and Spanish, with samples composed of adults ( $\geq 18$  years old), of both sexes, hypertensive or normotensive, trained or untrained and that provided systolic BP (SBP) and diastolic BP (DBP) during the execution of different types of IS compared to the handgrip. Statistical analyzes were performed using the OpenMeta software. Eight studies were included in the meta-analysis, totaling 153 participants. Four studies involved handgrip and leg extension exercise protocols, three studies covered handgrip and deadlift exercises and one study investigated the responses of the three modalities. The leg extension IS, compared to the handgrip, provided greater magnitude increases in SBP (mean difference: 9.630 mmHg; 95% CI 4.471, 14.789;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 51.336%) and in DBP (mean difference: 11.311 mmHg; 95% CI 7.050, 15.572;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 31.808%). As with the leg extension IS, the increases observed in the deadlift IS were higher for SBP (mean difference: 26.645 mmHg; 95% CI 18.117, 35.173;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 0%) and for DBP (mean difference: 12.625 mmHg; 95% CI 7.683, 17.567;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 0%) compared to handgrip. It was concluded, therefore, that leg extension and deadlift IS, which involve greater muscle mass compared to handgrip, promote acutely greater increases in both SBP and DBP in adults.

**Keywords:** Isometric contraction. Handgrip. Blood pressure.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos níveis pressóricos .....	15
Figura 2 – Dispositivo de preensão manual (Zona Plus).....	21
Figura 3 – Fluxograma do estudo .....	28
Figura 4 – Diferença média na pressão arterial sistólica (A) e diastólica (B) entre as modalidades de exercício isométrico de <i>handgrip</i> e <i>leg extension</i> .....	36
Figura 5 – Diferença média na pressão arterial sistólica (A) e diastólica (B) entre as modalidades de exercício isométrico de <i>handgrip</i> e <i>deadlift</i> . .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos estudos. ....	31
Tabela 2 – Características dos protocolos de exercícios isométricos.....	33
Tabela 3 – Respostas agudas da pressão arterial durante a realização de exercícios isométricos .....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVO .....	13
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
1.2	JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	HIPERTENSÃO: CONCEITUALIZAÇÃO E FATORES DE RISCO.....	15
2.2	TRATAMENTO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL.....	17
<b>2.2.1</b>	<b>Tratamento medicamentoso .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Tratamento não medicamentoso .....</b>	<b>18</b>
2.2.2.1	<i>Exercício aeróbio e resistido dinâmico .....</i>	<i>18</i>
2.3	EXERCÍCIO ISOMÉTRICO.....	20
<b>2.3.1</b>	<b>Efeitos crônicos do exercício isométrico na pressão arterial .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Efeitos agudos do exercício isométrico na pressão arterial .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1	BUSCA DE ARTIGOS .....	25
3.2	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	25
3.3	SELEÇÃO DE ESTUDOS.....	26
3.4	EXTRAÇÃO DE DADOS .....	26
3.5	ANÁLISE DOS DADOS .....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
4.1	SELEÇÃO DE ESTUDOS.....	27
4.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ESTUDOS.....	29
4.3	CARACTERÍSTICAS DOS PROTOCOLOS.....	29
4.4	RESPOSTAS AGUDAS DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS .....	29
4.5	EFEITO DAS MODALIDADES .....	36
<b>4.5.1</b>	<b>Efeitos da comparação dos exercícios de <i>handgrip</i> e <i>leg extension</i> sobre a pressão arterial .....</b>	<b>36</b>

4.5.2	Efeitos da comparação dos exercícios de <i>handgrip</i> e <i>deadlift</i> e sobre a pressão arterial .....	37
5	DISCUSSÃO .....	38
6	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS.....	42

## 1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial (HA) é uma doença crônica não transmissível (DCNT) caracterizada pelo aumento persistente da pressão nas artérias, colocando-as sob maior estresse (BARROSO et al., 2020). Essa condição atinge mais de um bilhão de pessoas no mundo (ZHOU et al., 2017), sendo considerada um importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV) e uma das principais causas globais de mortalidade (BARROSO et al., 2020; RAPSOMANIKI et al., 2014; UNGER et al., 2020; WILLIAMS et al., 2018; YUSUF et al., 2020;). Além do uso de fármacos anti-hipertensivos, mudanças no estilo de vida visando o melhor controle da pressão arterial (PA), juntamente ao tratamento de outros fatores de risco, são necessárias para a redução do risco cardiovascular do hipertenso (UNGER et al., 2020).

Neste cenário, dentre os diferentes métodos para o gerenciamento da HA, a prática regular de exercício físico é recomendada pelas principais instituições de referência no assunto, como uma estratégia não farmacológica efetiva, sendo o exercício aeróbico e o exercício resistido dinâmico as modalidades mais comumente recomendadas em suas diretrizes (BARROSO et al., 2020; WHELTON et al., 2018; WILLIAMS et al., 2018). A literatura apresenta importantes indicativos dos benefícios da prática regular dessas duas modalidades de exercício na redução crônica da PA (CASONATTO et al., 2016; CORNELISSEN; SMART, 2013; MACDONALD et al., 2016). Constata-se, por exemplo, que o treinamento aeróbico promova reduções de 8,3 mmHg para PA sistólica (PAS) e 5,2 mmHg para a PA diastólica (PAD) (CORNELISSEN; SMART, 2013). Para o treinamento resistido dinâmico, a metanálise de MacDonald et al. (2016) indicou reduções de 5,7 mmHg e 5,2 mmHg para a PAS e PAD, respectivamente.

No entanto, a prática regular do exercício isométrico (EI) tem sido relatada na literatura como uma outra estratégia eficaz na redução da PA de repouso em hipertensos (CAHU RODRIGUES et al., 2019; FARAH et al., 2018; MILLAR et al., 2012; TAYLOR et al., 2017) e normotensos (BADROV et al., 2016; KOUNOUPIS et al., 2020; WILES; GOLDRING; COLEMAN, 2016). Metanálises recentes demonstram reduções crônicas de 5 a 10mmHg para PAS e 3 a 6mmHg para PAD em decorrência desse tipo de treinamento (CARLSON et al., 2014; CORNELISSEN; SMART, 2013; INDER et al., 2016; SMART et al., 2019). Esses resultados positivos contribuíram para incluir a recomendação do treinamento isométrico (TI) envolvendo, principalmente, o exercício de preensão manual (*handgrip*), como uma alternativa de intervenção não farmacológica para a prevenção e o tratamento da HA, nas diretrizes da *American Heart Association* (WHELTON et al., 2018) e como complemento nas diretrizes da

*Exercise and Sport Science Australia Association* (SHARMAN et al., 2019) e, mais recentemente, da Sociedade Brasileira de Cardiologia (BARROSO et al., 2020).

O protocolo de TI de *handgrip* mais comumente executado para fins de controle de PA consiste na execução de quatro séries de dois minutos de contração a 30% da contração voluntária máxima (CVM) com intervalo de recuperação (IR) de um a quatro minutos (MILLAR et al., 2014; WILEY et al., 1992). Visto que, respostas elevadas da PA durante o exercício podem expor o indivíduo a maior risco de algum evento cardiovascular, estudos apontaram que tal protocolo parece seguro (ARAÚJO et al., 2011; SILVA et al., 2019). Para Araujo e colaboradores (2011), os aumentos encontrados na intervenção realizada com pacientes de um programa de exercício supervisionado, foram, em média, de 16 mmHg e 7 mmHg, para PAS e PAD, respectivamente. Todavia, mais investigações são necessárias para indicar qual a magnitude esperada de aumento da PA durante a realização deste tipo de exercício, executado em diferentes intensidades. Além disso, outras modalidades do TI, envolvendo exercícios para membros inferiores ou que envolvam maiores massas musculares estão ganhando espaço como estratégias para o manejo da PA. Estudos que envolveram o TI de agachamento identificaram que tal exercício foi bem tolerado por homens hipertensos e inativos (WILES et al., 2018) e que uma única sessão causou melhora na modulação autonômica cardíaca (TAYLOR et al., 2017).

À vista disso, entende-se que a resposta cardiovascular é afetada por diferentes variáveis de um protocolo de treinamento, como o tipo de exercício utilizado e a massa muscular envolvida neste exercício, bem como a intensidade e a duração do esforço. O conhecimento dessas variáveis e o modo como elas afetam a resposta da PA ao exercício é clinicamente relevante para otimizar a prescrição do TI em hipertensos e normotensos prezando sempre pela segurança cardiovascular desses pacientes. Sendo assim, o presente trabalho busca responder a seguinte questão: Qual a magnitude de aumento da PA durante a execução de diferentes tipos de EI comparadas àquelas identificadas durante a execução do EI de *handgrip* em adultos?

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão sistemática com metanálise de estudos comparando as respostas da PA durante a execução de diferentes tipos de EI àquelas identificadas durante a execução do EI de *handgrip* em adultos.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

As reduções crônicas na PAS e PAD decorrentes do TI de *handgrip* se assemelham àquelas provenientes do treinamento aeróbio e resistido dinâmico (CARLSON et al., 2014; INDER et al., 2016; SMART et al., 2019). Contudo, sabe-se da ocorrência do aumento agudo da PA, especialmente da PAS, durante o exercício (WILLIAMS et al., 2018). Esse aumento provocado pelo EI de *handgrip* parece ser bem tolerado por hipertensos (ARAÚJO et al., 2011) e normotensos (SILVA et al., 2019) e a protocolos de curta duração em diferentes intensidades (OLHER et al., 2013). Ainda, outros tipos de EI envolvendo diferentes grupos musculares foram ganhando espaço como estratégia no manejo da PA. Entre eles, o EI de agachamento (WILES et al., 2018), EI de *leg press* (DA SILVA et al., 2013) e EI de *leg extension* (SOMANI et al., 2017).

No entanto, ainda não está claro qual o aumento da PA proporcionado por estes exercícios envolvendo maiores massas musculares e se tais respostas, em comparação ao exercício de *handgrip*, poderiam gerar maior risco cardiovascular durante sua execução. Ainda, na falta de uma diretriz específica que oriente sobre os aumentos da PA tolerados por adultos, o presente trabalho visa dar uma visão sobre o aumento que é provocado por diferentes tipos de EI e se ele se assemelha aos aumentos proporcionados ao EI de *handgrip*, que já é bem consolidado na literatura, agregando conhecimento para a utilização desses tipos de exercícios. Além disso, investigar o comportamento da PA durante o exercício é de suma importância, pois isso pode explicar e/ou prever os efeitos crônicos do treinamento na redução da PA (BADROV et al., 2013; SOMANI et al., 2017; YAMAGATA; SAKO, 2020).

Por fim, conhecer sobre os efeitos deste tipo de exercício se torna importante para gerar confiança na sua utilização e prescrição, visto que sua praticidade e o fato de ser um protocolo de menor duração comparado aos exercícios aeróbios, resistidos dinâmicos e combinado, é algo a ser levado em consideração, pois a falta de tempo é indicada como uma das principais barreiras para a atividade física. Tendo em vista que o exercício aeróbio e o resistido dinâmico, apesar de seus consolidados benefícios, podem consumir tempo e serem inacessíveis a algum tipo de população, principalmente àqueles com alguma limitação de mobilidade, então o exercício isométrico surge como um adendo ao tratamento da HA e, em alguns casos, como a única alternativa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HIPERTENSÃO: CONCEITUALIZAÇÃO E FATORES DE RISCO

A HA é caracterizada pelo aumento persistente da pressão nos vasos sanguíneos, colocando-os sob maior estresse (WHO, 2020). É uma condição multifatorial caracterizada por elevação sustentada dos níveis pressóricos, sendo a PAS  $\geq 140$  mmHg e/ou PAD  $\geq 90$  mmHg. Cerca de um terço dos adultos na maioria das comunidades nos países desenvolvidos e em desenvolvimento apresentam HA (MALACHIAS et al., 2016, UNGER et al., 2020; WEBER et al., 2014). Além disso, classificações são feitas perante os níveis de PAS e PAD. A Figura 1 representa a classificação da PA de acordo com a medição no consultório a partir dos 18 anos de idade.

Figura 1 - Classificação dos níveis pressóricos.

Classificação*	PAS (mmHg)		PAD (mmHg)
PA ótima	< 120	e	< 80
PA normal	120-129	e/ou	80-84
Pré-hipertensão	130-139	e/ou	85-89
HA Estágio 1	140-159	e/ou	90-99
HA Estágio 2	160-179	e/ou	100-109
HA Estágio 3	$\geq 180$	e/ou	$\geq 110$

Fonte: BARROSO et al., 2020.

A HA é um dos mais importantes problemas de saúde pública da atualidade e, de acordo com um estudo de tendência mundial de PA realizado entre 1975-2015 que analisou 19,1 milhões de adultos, o número de adultos com HA aumentou de 573 milhões em 1975 para 1,13 bilhões em 2015 (ZHOU et al., 2017). E, segundo a Organização Mundial da Saúde, essa condição atinge 1 em cada 4 homens e 1 em cada 5 mulheres (WHO, 2020). No Brasil, aproximadamente 32,3% (36 milhões) de indivíduos adultos e mais de 70% dos idosos acima de 70 anos possuem HA (MALTA et al., 2018).

As complicações decorrentes dela são responsáveis por 9,4 milhões de mortes em todo o mundo a cada ano (WHO, 2020). No Brasil, dados completos do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), alimentado pelo departamento de informática do SUS (DataSUS), mostraram um total de 1.312.663 óbitos, em 2017, sendo 27,3% atribuídos às DCV's. A HA estava associada em 45% de mortes cardíacas e a 51 % das mortes por doença cerebrovascular. Já, em mortes relacionadas diretamente à HA, o percentual foi menor (13,0%) (BRASIL, 2021).

No que se refere à etiologia da doença, temos que ela pode ser primária, o que representa a maioria dos casos de HA, ou secundária, responsável por 5%-10% dos casos (UNGER et al.,



2020). A HA primária é aquela que não está associada a outra patologia (VALLÉE; SAFAR; BLACHER, 2019) já a sua causa permanece incerta, porém alguns fatores de risco de origem genética e no estilo de vida, que serão destacados posteriormente, parecem estar relacionados com o seu desenvolvimento (LEVY et al., 2009; WEBER et al., 2014). Podendo ainda atribuir esse fato à alta atividade do sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) e do sistema nervoso simpático. Já a HA secundária é aquela que tem origem em causas identificáveis, secundárias, frequentemente provenientes de doenças renais crônicas, provocando sobrecarga salina, aumentando a atividade do SRAA e provocando disfunção endotelial (BORTOLOTTI, 2008; WEBER, et al., 2014), além da síndrome da apneia do sono, que aumenta a frequência cardíaca e a liberação de hormônios vasoconstritores (GUIDELINES JSH, 2014).

No entanto, temos um conjunto de fatores associados ao desenvolvimento da HA, sendo eles: a) histórico familiar, visto que a HA é cerca de duas vezes mais comum em indivíduos que tem um ou os dois pais hipertensos. Porém, diversos fatores podem influenciar a genética, podendo alterar o momento de instalação da doença e na gravidade de elevação (PADMANABHAN et al., 2015); b) idade, sendo seu avanço relacionado principalmente com o aumento da PAS, devido alterações na musculatura lisa e tecido conjuntivo dos vasos, causando um maior nível tensional. Já a PAD, parece aumentar até meados dos 60 anos de idade e depois reduz progressivamente (WHELTON et al., 2018); c) etnia: em pessoas da raça negra, essa condição parece ser mais frequente (CARLSON et al., 2011; WEBER et al., 2014); d) ingestão de sal, que em excesso, está frequentemente associado ao baixo nível de potássio, e relacionado ao aumento no risco de DCNT, incluindo a HA (MALACHIAS et al., 2016); e) ingestão de álcool excessiva colabora para o aumento nos níveis de PA de forma consistente (MALACHIAS et al., 2016), sendo que há maior prevalência de HA naqueles que ingerem seis ou mais doses ao dia, o equivalente a 30 g de álcool/dia (BARROSO et al., 2020) ; f) excesso de peso e obesidade, que além de elevar os níveis tensionais, está fortemente ligada ao risco cardiovascular e mortalidade por todas as causas, como demonstrado no estudo de Framingham (WILSON et al., 2002); g) fatores socioeconômicos que podem ser entendidos como o nível de escolaridade e renda que parecem ser inversamente proporcionais à HA, ou seja, quanto maior o nível socioeconômico, menor a prevalência de HA, sendo mais evidente a nível educacional (BING et al., 2015); h) inatividade física, que é um fator que aumenta o risco para o desenvolvimento de HA (MEDINA et al., 2018; RISSARDI et al., 2018), sendo a atividade física um efeito positivo na saúde do hipertenso e na prevenção da HA (MALACHIAS et al., 2016; WHO, 2019).

Além disso, as alterações metabólicas associam-se com o desenvolvimento de HA podendo ser agravadas por outros fatores de risco como dislipidemia, tabagismo, estresse, diabetes mellitus, entre outros. Esta condição está diretamente ligada às DCV, associando-se a

eventos como acidente vascular encefálico, infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana, doença pulmonar obstrutiva crônica, doença arterial periférica e doença renal crônica (LEWINGTON et al., 2003; UNGER et al., 2020; WILLIAMS et al., 2018). O tratamento combinado da HA e fatores de risco cardiovasculares adicionais reduz a taxa de DCV (UNGER et al., 2020).

## 2.2 TRATAMENTO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL

Depois de já instaurada, são dois os tipos de tratamento para a HA que visam o controle dessa condição, sendo um deles o tratamento medicamentoso, que consiste na utilização de fármacos anti-hipertensivos e o não medicamentoso, que envolve mudanças no estilo de vida.

### 2.2.1 Tratamento medicamentoso

Atualmente, o tratamento medicamentoso da PA alta geralmente envolve os fármacos com ação de bloqueio da angiotensina, bloqueadores dos canais de cálcio e / ou sua combinação (VALLÉE; SAFAR; BLACHER, 2019). Esse tipo de tratamento está indicado para aqueles pacientes no estágio inicial da doença, aos quais não foi possível observar efeitos depois de intervenções não farmacológicas com baixo/moderado risco cardiovascular, já para aqueles com alto risco, após o diagnóstico, o início deve ser imediato (BARROSO et al., 2020; MALACHIAS et al., 2016; WHO, 2013). A preferência inicial será sempre por aqueles em que haja comprovação de diminuição de eventos cardiovasculares. Os medicamentos frequentemente indicados são os diuréticos, que reduzem o volume extracelular, aumentando assim a quantidade de urina produzida pelo organismo, a excreção de sódio e reduzindo a resistência vascular periférica (RVP) (MALACHIAS et al., 2016; PUGH; GALLACHER. DHAUN, 2019; WILLIAMS et al., 2018). Os betabloqueadores e os alfabloqueadores, sendo o primeiro responsável por reduzir a secreção de renina e o débito cardíaco e, o último levando à redução da RVP.

Outra classe de medicamentos são os bloqueadores de canais de cálcio que, por reduzirem a quantidade de cálcio nas células, levam a uma redução da RVP. Há também a classe de inibidores da enzima conversora da angiotensina, que impede que a angiotensina I se transforme em angiotensina II, já que ela é vasoconstritora. Os bloqueadores dos receptores AT1 da angiotensina II, que têm ação vasoconstritora e estimulam a liberação de aldosterona e dos inibidores diretos de renina, antagonizam a ação da angiotensina II (MALACHIAS et al., 2016).

## 2.2.2 Tratamento não medicamentoso

Este tratamento que é recomendado e consta nas diretrizes atuais para o gerenciamento da PA inclui mudanças nos hábitos e estilo de vida, melhores hábitos nutricionais (entre eles, a redução do consumo de sódio), perda de peso, cessação do tabagismo, controle do estresse e a prática regular de atividade física. Esses quando praticados produzem efeitos significativos na redução da PA (BARROSO et al., 2020; OZEMEK, et al., 2019; UNGER et al., 2020). No que se refere à atividade física, evidências comprovam que a prática regular é capaz de contribuir na redução do estresse oxidativo, que está relacionado com a patogênese da HA (LARSEN; MATCHKOV, 2016) e redução do risco cardiometabólico (LEE et al., 2020, MARTINEZ-GOMEZ, et al., 2019). Em um estudo de Leskinen e colaboradores (2018) que comparou a redução e o aumento no nível de atividade física de 15.634 indivíduos, foi identificado que um aumento, mesmo que modesto, está associado à redução de fator de risco cardiometabólico e o inverso também é verdadeiro.

Adicionalmente, com a prática regular de exercícios, parece ocorrer melhora na função endotelial, com consequente aumento da disponibilidade de óxido nítrico (NO) na parede dos vasos, contribuindo para a melhoria da vasodilatação e redução do efeito vasoconstritor, possibilitando uma menor RVP (ASHOR et al., 2015; LARSEN; MATCHKOV, 2016; SABBAHI et al., 2016). Além disso, o exercício parece redefinir a atividade barorreflexa, que atua no monitoramento das alterações da PA com consequente resposta adequada, fator esse que está prejudicado em pessoas hipertensas, além de normalizar a superatividade do sistema nervoso simpático (também depende de outros fatores interpessoais e associados ao exercício) (FADEL; RAVEN, 2012; HEUSSER et al., 2010; LATERZA et al., 2007). Tem-se que essas respostas são mais provenientes da prática do exercício aeróbico. Entretanto, Fagard e Cornelissen (2007) em uma metanálise de estudos com hipertensos e normotensos, demonstraram que o treinamento resistido dinâmico reduziu significativamente a RVP desses indivíduos.

### 2.2.2.1 Exercício aeróbico e resistido dinâmico

Sendo assim, entre as atividades físicas recomendadas para pacientes com HA, o exercício aeróbico ocupa a primeira posição nas recomendações, com reduções significativas na PAS e na PAD (BARROSO et al., 2020; UNGER et al., 2020; WILLIAMS et al., 2018;). Cornelissen e Smart (2013) em sua metanálise de ensaios clínicos controlados constataram a redução da PAS e PAD, em ambulatório, de 8,3mmHg e 5,2 mmHg, respectivamente, decorrente desse tipo de exercício. O estudo de He, Wei e Can (2018) investigou o efeito de 12

semanas de treinamento de caminhada rápida na PA em repouso, em baixa e alta intensidade, através de um teste, encontrando uma redução na PAS de 8,3 mmHg, 15,6 mmHg e 22,6 mmHg, respectivamente, e sem resultados significativos na PAD, já os indivíduos do grupo controle que não foram submetidos ao treinamento apresentaram uma tendência crescente na PAS quando submetidos aos testes. Já Anunciação e colaboradores (2016) encontraram redução na PAS e PAD após 4 sessões de 40 minutos de caminhada em intensidade moderada, quando comparados ao grupo controle.

Santos et al. (2016), por sua vez, ao avaliarem, o efeito agudo do exercício em intensidade leve e moderada, em 3 intervenções cruzadas em 20 pacientes, encontraram uma redução na PAS em ambas as intensidades, comparados ao grupo controle, de 7,7 mmHg e 9,4 mmHg, respectivamente, 5 horas pós intervenção, já na PAD essa redução foi apenas na intensidade leve, de 5,7 mmHg. Reduções na PAS e PAD também foram encontradas 10h pós-intervenção. Após 19h, essas reduções foram apenas na PAD. Ambos para a intensidade leve. Tais achados parecem evidenciar os efeitos benéficos do exercício físico aeróbico na redução da pressão, tanto aguda quanto cronicamente.

No tocante ao exercício resistido dinâmico, a sua recomendação parece ser como complemento ao exercício aeróbico, segundo consta na última diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia (BARROSO et al., 2020), apresentando efeitos crônicos benéficos na PAS e PAD. Alguns autores corroboram com essa informação, como MacDonald et al. (2016), que ao realizarem uma metanálise com 64 estudos, encontraram uma redução na PAS e PAD de 5,7 e 5,2 mmHg, respectivamente, em indivíduos hipertensos. O estudo de revisão de Casonatto e colaboradores (2016) que envolveu 30 estudos, com 646 participantes, sendo 141 hipertensos, investigou o efeito agudo do exercício resistido na PA após uma única sessão, e encontrou reduções na PA por até 24h (em exercícios envolvendo maiores grupos musculares). Reduções significativas foram encontradas apenas na PAD, em mulheres idosas, após 4 sessões de um treinamento que consistia em 8 exercícios de força, em comparação com o grupo controle (ANUNCIÇÃO et al., 2016). Já, Cornelissen e Smart (2013) e Schroeder et al., (2019) não encontraram reduções significativas com esse tipo de treinamento, contrapondo-se a estes achados.

Os autores Hagberg, Park e Brown (2000) constataram, em sua revisão, com base na literatura inglesa, o efeito crônico do exercício aeróbico na HA, encontrando reduções da PAS e PAD em média de aproximadamente 11 e 8 mmHg, respectivamente, sendo que as mulheres parecem responder mais ao treinamento do que os homens, bem como as pessoas de meia-idade em comparação aos mais jovens e idosos. Outro estudo analisou se as alterações crônicas na PA estão relacionadas à resposta aguda após uma única sessão de treinamento resistido dinâmico, em idosas hipertensas medicadas, encontrando que as reduções crônicas de PAS e

PAD foram significativamente maior naquelas que apresentaram PAS e PAD agudamente reduzida (MOREIRA et al., 2014)..

No que se refere às recomendações, as diretrizes sugerem aos pacientes hipertensos a realização de, pelo menos, 150 minutos de atividades físicas semanais de intensidade moderada. Para exercícios aeróbicos (caminhada, ciclismo, dança, corrida) a duração deve ser de 30 minutos a 60 minutos por sessão, três a cinco dias na semana. Já a prática do exercício resistido dinâmico (musculação, pesos livres) é recomendada em dois a três dias na semana, sugerindo-se a realização de oito a 10 exercícios para os principais grupos musculares, em uma a três séries de 10 a 15 repetições até a fadiga moderada (BARROSO et al., 2020; WILLIAMS et al., 2018; WHELTON et al., 2018). Segundo Leitzmann e colaboradores (2007), hipertensos que alcançam as recomendações de prática de AF para a saúde apresentam uma redução de 27 a 50% no risco de mortalidade. Além disso, mesmo o envolvimento abaixo dos níveis recomendados já gera algum efeito benéfico.

Com base no exposto acima, já é consenso na literatura os benefícios apresentados pelo treinamento aeróbio e resistido dinâmico para o controle, o tratamento e a redução da PA em hipertensos. No entanto, o EI, vem ganhando espaço através de embasamentos na literatura sobre seus benefícios, cada vez mais recorrentes. Isso é visto, recentemente, nas principais diretrizes internacionais que são referências no assunto, através da sua recomendação para o tratamento da HA (SHARMAN et al., 2019; WHELTON et al., 2018). Dessa forma, o próximo tópico será direcionado para apresentar o que existe de atual na literatura referente os benefícios do EI com *handgrip* e do EI envolvendo diferentes grupos musculares, juntamente com a segurança apresentada por eles, do ponto de vista cardiovascular.

### 2.3 EXERCÍCIO ISOMÉTRICO

A prática regular do EI é caracterizada pela produção de força, sem movimento articular e conseqüentemente sem alterações no comprimento do músculo (MITCHEL et al., 2005). Essa estratégia não era reconhecida como benéfica no tratamento da HA pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (MALACHIAS et al., 2016). No entanto, os resultados positivos do TI com *handgrip* apresentados pela literatura, que indicam reduções de 6,5 mmHg e 5,5 mmHg, para PAS e PAD, respectivamente (JIN; YAN; YUAN, 2017), culminaram na sua recomendação como complemento ao tratamento da HA nas diretrizes de instituições internacionais de referência no assunto, conforme demonstrado anteriormente, e na última Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial publicada recentemente (BARROSO et al., 2020), apontando

Visto isso, abaixo será apresentado o que há na literatura referente aos efeitos agudos e crônicos do EI com *handgrip* e de outros tipos de EI envolvendo diferentes grupos musculares, contribuindo assim para um melhor entendimento de como esse tipo de exercício impacta na PA de hipertensos e normotensos. Na Figura 2 é apresentado um instrumento comumente utilizado nos estudos que analisam o efeito do EI de *handgrip* na PA.

Figura 2 – Dispositivo de prensão manual (Zona Plus)



Fonte: FARAH et al., (2017).

### 2.3.1 Efeitos crônicos do exercício isométrico na pressão arterial

Por efeitos crônicos, entende-se como as respostas resultantes da exposição frequente e regular ao exercício. Sendo assim, os mecanismos associados à redução da PA após semanas de TI parecem estar associados à melhor modulação do sistema nervoso autônomo, a diminuição da ativação simpática e consequente diminuição da PA (MILLAR et al., 2012; STILLER-MOLDOVAN; KENNO; MCGOWAN, 2012; TAYLOR et al., 2003). A eficácia do TI na redução da PA é apoiada pela literatura (CORNELISSEN et al., 2011; CORNELISSEN et al., 2013; JIN, YAN E YUAN, 2017; KELLEY; KELLEY, 2010). Um dos primeiros estudos a constatar a redução da PA em hipertensos por meio do EI foi conduzido por Kiveloff e Huber (1971). Nesse estudo, o protocolo consistia em contrações de 6 segundos para todos os grandes grupos musculares, três vezes ao dia, em um período de cinco a oito semanas.

Em metanálises recentes, como a conduzida por Kelley e Kelley (2010), incluindo intervenções com duração de pelo menos quatro semanas, observou-se uma redução de 10% na PAS e PAD (13,4 mmHg e 7,8 mmHg, respectivamente), reduções estas que foram semelhantes

às encontradas na metanálise de Cornelissen e colaboradores (2011), quando comparadas ao treinamento resistido dinâmico. Nesse contexto, Cornelissen e Smart (2013) compararam intervenções entre treinamento resistido isométrico, treinamento resistido dinâmico, treinamento aeróbico e treinamento combinado e encontraram maiores potenciais de redução na PAS provenientes do treinamento isométrico. Sua adição como complemento para o tratamento da HA é suportada pela literatura apresentada, uma vez que seus resultados são satisfatórios, semelhantes e, por vezes, melhores, que os provenientes de outras modalidades de exercício.

Além disso, Rodrigues e colaboradores (2019) avaliaram 33 pacientes idosos e hipertensos e constataram, após 12 semanas de TI com *handgrip*, a redução de 16 mmHg e 8 mmHg, na PAS e PAD, respectivamente. Taylor et al. (2003) também avaliaram um público semelhante, por 10 semanas, identificando reduções significativas na PAS e PAD de 19 mmHg e 7 mmHg, respectivamente, atribuindo esse resultado à redução simultânea da modulação simpática e aumento na modulação vagal. Reduções na PAS, entre 5mmHg e 9 mmHg e de 3 mmHg na PAD em apenas um estudo, também aconteceram após intervenções que tiveram durações de oito semanas (MCGOWAN ET AL., 2007; MILLAR et al., 2007; MILLAR et al., 2012; CARLSON et al., 2016). Ainda, em hipertensos e normotensos (BADROV et al., 2016), as reduções encontradas na PAS foram de 8 mmHg e 2 mmHg na PAD. Contrapondo-se a estes achados, um estudo que teve o mesmo tempo de duração, não observou mudanças significativas na PA ambulatorial após TI, no entanto sugere-se que isso pode ser pelo fato da população hipertensa do estudo, ser medicada e com PA controlada, podendo haver assim, limitação na resposta ao estímulo devido esse fator (STILLER-MALDOVAN; KENNO; MCGOWAN, 2012). Em consonância, Ray e Carrasco (2000) realizaram uma intervenção com o EI de *handgrip* por cinco semanas, com jovens normotensos, com quatro contrações de 3 min a 30% da CVM e obtiveram reduções na PAD, mas não na PAS, o que pode ser atribuído a uma menor PA inicial. Apoiando esse fato, Millar et al., (2007) relataram que indivíduos com maior PAS em repouso pré-intervenção têm uma maior resposta hipotensiva pós-treinamento, inferindo que indivíduos com maior PA são mais responsivos a esse método de treinamento, achado esse que ajuda explicar, em partes, resultados em indivíduos normotensos e/ou medicados controlados.

Já no que diz respeito ao TI para diferentes grupos musculares, tem-se o estudo de Wiles, Coleman e Swaine (2010) que avaliou 33 homens saudáveis por oito semanas, no EI de *leg extension*, em diferentes intensidades, com o protocolo consistindo em 4 séries de 2 minutos à 10% e 20% da CVM em 3 dias na semana, e encontrou reduções na PA, independente da intensidade. Ainda falando sobre o TI de *leg extension* mas agora com uma duração menor, Devereux, Wiles e Swaine (2010) avaliaram 13 homens saudáveis por quatro semanas

utilizando o mesmo protocolo apresentado anteriormente, mas a uma intensidade equivalente a 24% da CVM e encontraram reduções de 4,9 mmHg e 2,8 mmHg na PAS e PAD, respectivamente. Demonstrando assim, que efeitos na PA já são visíveis mesmo em menores intensidades que as habitualmente utilizadas e ainda, em um treinamento com menor tempo de duração. Nesse sentido, além das contribuições para o gerenciamento da HA, a possível capacidade do TI em reduzir a PA na metade do tempo necessário em outras modalidades pode melhorar a aderência ao exercício (MILLAR et al., 2012).

### **2.3.2 Efeitos agudos do exercício isométrico na pressão arterial**

Ao falar de efeitos agudos neste trabalho, serão abordadas as respostas da PA durante a execução do exercício, o que também está relacionado à segurança deste tipo de exercício, do ponto de vista cardiovascular.

Estudos realizados constataram que as respostas da PA ao EI foram alcançadas por um aumento no débito cardíaco, sem alterações significativas na RVP, tanto em indivíduos normotensos quanto em hipertensos (CHRY SANT, 2010; LEWIS et al., 1985; STEWART et al., 2007). Mecanismos estes que, conseqüentemente, são impulsionados por mudanças na frequência cardíaca durante o exercício, que manifesta maiores valores com o aumento da intensidade do exercício. Em maiores intensidades, é provocado um modesto aumento da RVP, devido a oclusão dos vasos sanguíneos que ocorrem nos músculos durante exercício. No entanto, enquanto alterações no débito cardíaco parecem atuar como determinantes primários da resposta da PA ao exercício em indivíduos jovens, a RVP contribuiu para o aumento da PAM em indivíduos mais velhos (LALANDE et al., 2014; WONG et al., 2007).

Uma das principais preocupações na prescrição do exercício para pacientes hipertensos é a questão da segurança cardiovascular, uma vez que, respostas elevadas da PA durante o exercício podem expor o indivíduo a maior risco de algum evento cardiovascular. Nesse sentido, Olher e colaboradores (2013) investigaram respostas cardiovasculares ao EI em diferentes intensidades (30% e 50%). Nesse estudo, 12 idosas hipertensas realizaram um protocolo que consistia em 4 séries de 5 contrações de 10 segundos a 30% e 50% da CVM, em dias diferentes, em comparação com um grupo controle sem exercício. Concluiu-se que esse tipo de exercício, apesar de, nesse caso ter sido realizado em apenas uma sessão para cada intensidade, parece ser seguro pois não provocou sobrecarga cardiovascular em ambas as intensidades. Concomitante a isto, ao avaliar pacientes participantes de um programa de EI supervisionado, também em uma única sessão, com o objetivo de quantificar as principais respostas hemodinâmicas, foi encontrado um pequeno aumento dos níveis de PAS e de PAD, 16 mmHg e 7 mmHg, respectivamente, com os valores retornando aos valores basais após um



minuto do fim do exercício. No entanto, esse aumento foi bem tolerado e o protocolo não provocou sinais ou sintomas adversos nos participantes (ARAÚJO et al., 2011).

Wiles e colaboradores (2018) tiveram como objetivo verificar a segurança da resposta hemodinâmica em homens hipertensos, durante um protocolo de agachamento isométrico a 95% da frequência cardíaca pico, encontrada após o teste incremental, concluindo que, de acordo com as diretrizes para o término do exercício aeróbico usadas no estudo, a PAS não atinge o limite superior (250 mmHg) durante o exercício e a PAD excedeu o valor de 115mmHg em alguns participantes, sugerindo que a prescrição individualizada é necessária. No entanto, constataram que aqueles com PA acima do normal que exceda os valores de pico de 235 mmHg para PAS e 106 mm Hg para PAD durante o teste incremental do EI tem maior risco de exceder os limiares da diretriz utilizada no estudo, durante o TI. Van Assche et al., (2017) concluíram que o EI de *handgrip* em baixa intensidade (30% da CVM) é seguro e não está associado a uma sobrecarga cardiovascular excessiva em adultos de meia idade com pré-hipertensão ou hipertensão. Essa resposta segura também foi encontrada para idosos com doença arterial coronariana (GOESSLER; BUYS; CORNELISSEN, 2016). Já em relação a uma intensidade mais elevada, 60% da CVM, Javid, Argani e Ahmadizad (2019) averiguaram que o EI de *handgrip* não gerou anormalidades nas respostas hemodinâmicas de homens hipertensos, quando tiveram suas respostas avaliadas logo após o término das sessões. Contrapondo-se a estes achados, no estudo de Da Silva e colaboradores (2013), uma sessão de EI de *leg press* gerou um risco cardiovascular aumentado em normotensos, quando executado em alta intensidade (60% da CVM).

Em um estudo que teve como objetivo discutir os achados que investigam as respostas cardiovasculares e de PA a partir da comparação do EI e exercício resistido dinâmico que usavam a mesma massa muscular, foi constatado que estes, quando realizados com massa muscular pequena, evocam aumentos semelhantes na PA, não havendo esse consenso para grandes massas musculares. Ou seja, aumentos provocados pelo EI, são semelhantes àqueles provocados pelo exercício resistido dinâmico que já tem suas recomendações de utilização consolidadas na literatura. No entanto, estes achados foram em indivíduos saudáveis, impedindo a comparação do risco cardiovascular em indivíduos com doenças crônicas (KOUNOUPIS et al., 2020).

Em uma intervenção mais antiga, Iellamo e colaboradores (1997) encontraram no exercício de *leg extension* que as respostas da PA em exercícios resistidos dinâmicos submáximos foram significativamente maiores que a resposta pressórica ao exercício isométrico. Além disso, as respostas hemodinâmicas a diferentes protocolos de EI parecem ser afetadas pela frequência e duração das contrações (JAVID; ARGANI; AHMADIZAD, 2019). A idade também é um fator de interferência na resposta da PA, visto que os aumentos

provenientes deste tipo de exercício parecem ser mais expressivos em indivíduos mais velhos (HARTOG et al., 2018).

Ou seja, muitos fatores interferem na resposta da PA ao EI. Na literatura é possível observar as diferentes modalidades do EI que também estão sendo utilizadas no manejo da HA. Como visto acima, alguns estudos apresentam consensos em seus resultados, já outros não. No entanto, deve-se atentar para o tipo de exercício utilizado, a massa muscular envolvida, a população investigada, as variáveis do protocolo de treinamento e demais fatores de possíveis interferências para realizar as comparações e extrapolações de resultados. Visto isso, a utilização e segurança do EI com *handgrip* parece estar bem consolidada na literatura. No entanto, pouco se sabe sobre a magnitude do aumento nos valores de PA provocados por EI usando diferentes massas musculares. E, na falta de uma diretriz específica que traga evidências sobre o limite adequado de aumento da PA durante o EI, esse trabalho se apresenta no sentido de entender qual o tamanho deste aumento e se eles serão bem tolerados pelos participantes dos estudos.

### 3 MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática com metanálise. O estudo faz parte de um projeto maior que teve seu protocolo registrado e aprovado no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) sob o código CRD42020190823 e seguiu as normas do PRISMA (MOHER et al., 2011) para a realização de revisões sistemáticas.

#### 3.1 BUSCA DE ARTIGOS

Para a busca de artigos foram utilizadas as bases de dados PubMed, Cochrane Central, SPORTDiscus e LILACS. As buscas foram realizadas em junho de 2020. Utilizou-se os termos “Exercício Isométrico” e “Pressão Arterial”, aplicados de forma conjunta e/ou isolada. Os operadores booleanos “OR” e “AND” foram utilizados para a busca nos bancos de dados e a pesquisa foi realizada utilizando os termos MeSH com seus respectivos sinônimos.

#### 3.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos estudos envolvendo diferentes tipos de EI em comparação ao exercício de *handgrip*, com amostra de adultos ( $\geq 18$  anos) hipertensos ou normotensos de ambos os sexos, treinados e não treinados. Os artigos selecionados foram publicados na língua portuguesa, inglesa e espanhola disponíveis na íntegra e sem restrição para o ano de publicação.

Para serem elegíveis, os estudos deveriam fornecer os valores de PAS e PAD, avaliadas durante a execução do exercício. Não foram aceitos estudos que forneceram as medidas realizadas após a execução do exercício. Adotou-se como critérios de exclusão estudos envolvendo animais, crianças e adolescentes, estudos com adultos possuindo alguma comorbidade (exceto hipertensão) ou condição específica (ex: gestantes), estudos com medidas de PA após outras intervenções associadas (ex: oclusão, estímulo elétrico), estudos investigando os efeitos de medicamentos, estudos com exercícios realizados após uma outra modalidade de treino (ex: treino aeróbio), estudos que realizaram vários testes de estresse no mesmo dia, sendo o EI realizado após alguns desses testes (sem randomização), estudos comparando o EI com outro tipo de exercício (ex: aeróbio, resistido dinâmico) e estudos que apresentaram somente dados de PA média.

### 3.3 SELEÇÃO DE ESTUDOS

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas, realizadas de modo independente por dois revisores. A primeira etapa consistiu na leitura dos títulos e resumos e a segunda etapa envolveu a leitura dos textos na íntegra. Em caso de discordância entre os dois revisores, um terceiro revisor foi consultado. Para gerenciamento das referências e remoção dos artigos duplicados foi utilizado *software EndNote®*.

### 3.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

A extração dos dados foi realizada pelos mesmos revisores da etapa anterior, de forma padronizada e composta pelos seguintes dados: média de idade, estado de treinabilidade, nível de PA, comorbidades, massa corporal e índice de massa corporal. Para as informações relacionadas ao protocolo de exercício, foram consideradas as seguintes informações: tipo e protocolo de exercício adotado (duração do esforço, número de séries, intensidade). Para as informações relacionadas ao desfecho dos estudos, foram consideradas: PAS e PAD antes (medida de repouso) e durante a execução dos exercícios (resposta aguda), com média e medidas de dispersão, e método utilizado na medida da PA.

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados são apresentados de acordo com o tipo de exercício isométrico (qualquer modalidade de exercício isométrico vs. *handgrip*) com as diferenças médias padronizadas e os cálculos realizados por meio de modelos de efeitos aleatórios. A heterogeneidade estatística

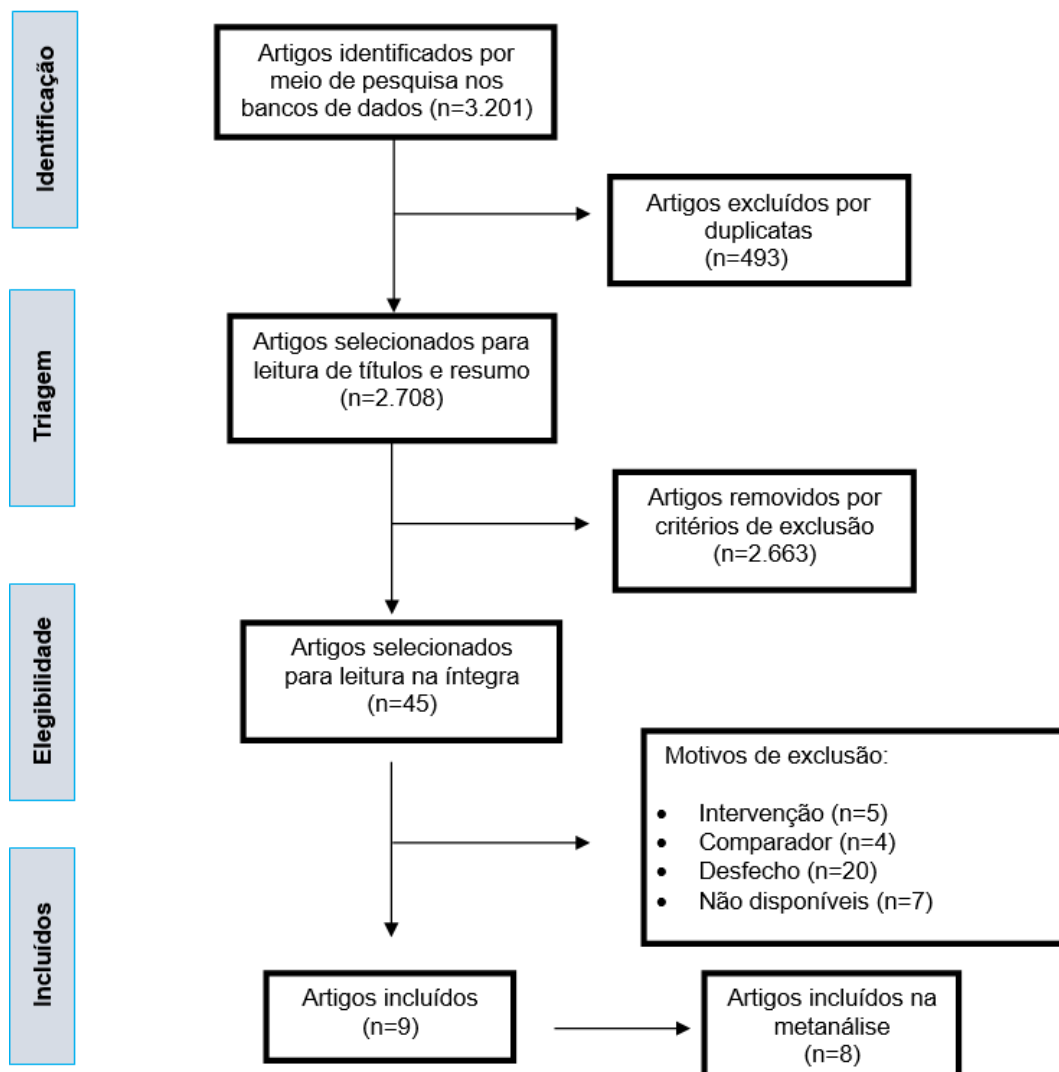
dos efeitos do tratamento entre os estudos foi avaliada pelo teste de inconsistência  $I^2$ ; considerando que valores acima de 50% indicam alta heterogeneidade (HIGGINS et al., 2011). Foram gerados *Forest plots* para representar o efeito combinado e as diferenças médias com intervalo de confiança de 95%, onde os valores de  $p \leq 0,05$  foram considerados como estatisticamente significativos. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o *software OpenMeta*.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 SELEÇÃO DE ESTUDOS

A figura 1 descreve os artigos encontrados nas buscas realizadas nas bases de dados. Inicialmente, foram identificados 3201 artigos. Após a remoção de duplicatas (493), 2663 estudos foram excluídos por meio da leitura de títulos e resumos. Dessa forma, 45 estudos foram selecionados para a leitura na íntegra e, após a exclusão por critérios de elegibilidade, nove estudos foram selecionados para a análise quantitativa dos dados, sendo um estudo excluído da metanálise por ser o único a utilizar uma modalidade diferente de exercício isométrico (isometria de tronco).

Figura 3 – Fluxograma do estudo



## 4.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ESTUDOS

As características gerais de cada estudo são apresentadas na tabela 1. Quatro estudos envolveram protocolos de exercícios de *handgrip* e *leg extension*, três estudos abrangeram os exercícios de *handgrip* e *deadlift* e um estudo avaliou as respostas das três modalidades. O tamanho total da amostra destes estudos foi de 153 participantes, variando de cinco a 46 participantes por estudo, com idade entre 20 e 67 anos. Seis estudos foram compostos apenas por participantes do sexo masculino, um estudo incluiu ambos os sexos e um estudo não relatou essa informação. Cinco estudos foram realizados com adultos normotensos, um estudo envolveu pré-hipertensos e normotensos e dois estudos não relataram o nível de PA dos participantes. Em relação ao estado de treinabilidade, dois estudos foram realizados com participantes não treinados, dois estudos com participantes fisicamente ativos, um estudo com participantes recreacionalmente ativos e não ativos e dois estudos não relataram essa informação.

## 4.3 CARACTERÍSTICAS DOS PROTOCOLOS

A tabela 2 apresenta as características dos protocolos dos EI. A maior parte dos estudos (75%) realizou apenas uma série para cada exercício e dois estudos (WILLIAMS, 1991 e SAGIV et al., 1995) realizaram duas séries para cada exercício, cada uma com diferentes intensidades. Os estudos que utilizaram os exercícios de *handgrip* e *leg extension* foram realizados com duração variando de 46 a 362 segundos e intensidade de 24 a 100% da CVM para o *handgrip*, e duração de 53 a 324 segundos com intensidade variando entre 20 e 100% da CVM para *leg extension*. Em relação aos estudos que utilizaram os exercícios isométricos de *handgrip* e *deadlift*, dois estudos realizaram 180 segundos de contração a 30% da CVM, um estudo teve a série com duração de 180 segundos a 20% da CVM e um estudo realizou contrações por um período de 203 segundos a 30% da CVM. Durante os exercícios de *deadlift*, três estudos tiveram protocolos semelhantes, com duração de 180 segundos a 30% da CVM e um estudo realizou contrações de 220 segundos a 30% da CVM.

## 4.4 RESPOSTAS AGUDAS DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS

A tabela 3 apresenta os valores absolutos e percentuais de aumento na PAS e PAD durante os EI. Para os estudos que compararam *handgrip* e *leg extension*, os maiores aumentos relatados para a PAS foram de 66,7% para o exercício de *handgrip* e 95,5%

para o exercício de *leg extension* e de 83,7% para o *handgrip* e 122,5% para o *leg extension* na PAD. Já em relação aos estudos que compararam *handgrip* e *deadlift*, os maiores aumentos encontrados na PAS foram de 37,3% para o exercício de *handgrip* e de 60,2% para o exercício de *deadlift* e de 43,7% para o *handgrip* e 50,9% para o *deadlift* na PAD.

Tabela 1 - Características dos estudos.

Autor e ano	País de origem	Modalidades	Participantes	Idade (anos)	Estado de treinabilidade	Nível de PA	Sexo feminino (%)	Massa corporal (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
<i>Handgrip x Leg extension</i>									
<i>Lewis et al., 1985</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	6	27 ± 3	–	Normotensos	0 (0%)	74,6 ± 8,7	–
<i>Nagle et al., 1988 (a)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	10	24 ± 3	Não treinados	Normotensos	0 (0%)	71 ± 10	–
<i>Petrofsky et al., 2002 (a)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	15	20 - 30	Não treinados	–	–	81,8 ± NR	–
<i>Petrofsky et al., 2002 (b)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	10	31 - 40	Não treinados	–	–	83,4 ± NR	–
<i>Petrofsky et al., 2002 (c)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	12	41 - 50	Não treinados	–	–	83,5 ± NR	–
<i>Petrofsky et al., 2002 (d)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	13	51 - 65	Não treinados	–	–	85,1 ± NR	–
<i>Somani et al., 2017 (a)</i>	Canadá e Inglaterra	Handgrip	13	24 ± 4	Recreacionalmente ativos/ Não ativos	Pré-hipertensos/ Normotensos	0 (%)	80 ± 14	25 ± 4
		Leg extension (bilateral)	10	21 ± 3				81 ± 6	24 ± 2
<i>Somani et al., 2017 (b)</i>	Canadá e Inglaterra	Handgrip	13	25 ± 5	Recreacionalmente ativos/ Não ativos	Pré-hipertensos/ Normotensos	100 (%)	63 ± 11	23 ± 4
		Leg extension (bilateral)	10	23 ± 5				65 ± 15	26 ± 5



<i>Williams et al., 1991 (a)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	6	26 ± 3	–	–	0 (0%)	–	–
<i>Williams et al., 1991 (b)</i>	EUA	Handgrip Leg extension (bilateral)	6	26 ± 3	–	–	0 (0%)	–	–
<b>Handgrip x Deadlift</b>									
<i>Nagle et al., 1988 (b)</i>	EUA	Handgrip Deadlift	10	24 ± 3	Não treinados	Normotensos	0 (0%)	71 ± 10	–
<i>Sagiv et al., 1985</i>	EUA	Handgrip Deadlift	10	52,0 ± 2,0	–	Normotensos	0 (0%)	–	–
<i>Sagiv et al., 1988 (a)</i>	Israel	Handgrip Deadlift	10	28,0 ± 3,0	Fisicamente ativos	Normotensos	0 (0%)	81,7 ± 3,1	–
<i>Sagiv et al., 1988 (b)</i>	Israel	Handgrip Deadlift	10	67,0 ± 4,0	Fisicamente ativos	Normotensos	0 (0%)	79,5 ± 2,4	–
<i>Sagiv et al., 1995 (a)</i>	EUA	Handgrip Deadlift	5	33 ± 5	Fisicamente ativos	Normotensos	0 (0%)	–	–
<i>Sagiv et al., 1995 (b)</i>	EUA	Handgrip Deadlift	5	33 ± 5	Fisicamente ativos	Normotensos	0 (0%)	–	–

PA = pressão arterial. IMC = índice de massa corporal. n = número de participantes.

Tabela 2 - Características dos protocolos de exercícios isométricos.

<i>Autor e ano</i>	<i>Modalidade</i>	<i>Número de séries</i>	<i>Duração das séries (s)</i>	<i>Intervalo entre séries (s)</i>	<i>Intensidade (CVM)</i>	<i>Método de medida da PA</i>
<b><i>Handgrip x Leg extension</i></b>						
<i>Lewis et al., 1985</i>	Handgrip	1	362 ± 7		24 ± 1%	Automático
	Leg extension (bilateral)	1	324 ± 4	–	25 ± 1%	
<i>Nagle et al., 1988 (a)</i>	Handgrip	1	203,4		30%	Auscultatório
	Leg extension (bilateral)	1	216,6	–	30%	
<i>Petrofsky et al., 2002 (a)</i>	Handgrip	1	142		40%	Auscultatório
	Leg extension (bilateral)	1	120	–	40%	
<i>Petrofsky et al., 2002 (b)</i>	Handgrip	1	142		40%	Auscultatório
	Leg extension (bilateral)	1	120	–	40%	
<i>Petrofsky et al., 2002 (c)</i>	Handgrip	1	142		40%	Auscultatório
	Leg extension (bilateral)	1	120	–	40%	
<i>Petrofsky et al., 2002 (d)</i>	Handgrip	1	142		40%	Auscultatório
	Leg extension (bilateral)	1	120	–	40%	
<i>Somani et al., 2017 (a)</i>	Handgrip	1	120		30%	Automático
	Leg extension (bilateral)	1	120	–	20%	
<i>Somani et al., 2017 (b)</i>	Handgrip	1	120		30%	Automático
	Leg extension (bilateral)	1	120	–	20%	
<i>Williams et al., 1991 (a)</i>	Handgrip	1	46 ± 3,3		70%	Intra-arterial
	Leg extension (bilateral)	1	53 ± 3,4	–	70%	
<i>Williams et al., 1991 (b)</i>	Handgrip	1	60		100%	Intra-arterial
	Leg extension (bilateral)	1	60	–	100%	

<i>Handgrip x Deadlift</i>						
<i>Nagle et al., 1988 (b)</i>	Handgrip	1	203,4		30%	Auscultatório
	Deadlift	1	220,8	–	30%	
<i>Sagiv et al., 1985</i>	Handgrip	1	180		30%	Auscultatório
	Deadlift	1	180	–	30%	
<i>Sagiv et al., 1988 (a)</i>	Handgrip	1	180		30%	Auscultatório
	Deadlift	1	180	–	30%	
<i>Sagiv et al., 1988 (b)</i>	Handgrip	1	180		30%	Auscultatório
	Deadlift	1	180	–	30%	
<i>Sagiv et al., 1995 (a)*</i>	Handgrip	2	180		1ª: 20%/ 2ª: 30%	Intra-arterial
	Deadlift	2	180	–		
<i>Sagiv et al., 1995 (b)*</i>	Handgrip	2	180		1ª: 20%/ 2ª: 30%	Auscultatório
	Deadlift	2	180	–		

CVM = contração voluntária máxima. PA = pressão arterial\* Este estudo realizou duas séries para cada exercício com intensidades diferentes, mas os valores de PA não foram relatados separadamente por intensidade.

Tabela 3 - Respostas agudas da pressão arterial durante a realização de exercícios isométricos.

<b>Autor e ano</b>	<b>Modalidades</b>	<b>Δ PAS (mmHg)</b>	<b>Δ %</b>	<b>Δ PAD (mmHg)</b>	<b>Δ %</b>
<b>Handgrip x Leg extension</b>					
<i>Lewis et al., 1985</i>	Handgrip	32,00	27,1	27,00	40,3
	Leg extension (bilateral)	75,00	63,6	47,00	70,1
<i>Nagle et al., 1988 (a)</i>	Handgrip	20,00	16,3	15,00	19
	Leg extension (bilateral)	34,00	27,6	31,00	39,2
<i>Petrofsky et al., 2002 (a)</i>	Handgrip	60,01	49,7	54,01	69,2
	Leg extension (bilateral)	64,51	53,4	56,26	72,1
<i>Petrofsky et al., 2002 (b)</i>	Handgrip	62,26	50,6	55,01	66,9
	Leg extension (bilateral)	63,76	51,8	61,51	80,4
<i>Petrofsky et al., 2002 ©</i>	Handgrip	60,01	46,5	57,76	69,4
	Leg extension (bilateral)	62,26	48,3	58,51	70,3
<i>Petrofsky et al., 2002 (d)</i>	Handgrip	63,76	47,2	59,26	69,9
	Leg extension (bilateral)	66,00	48,9	62,26	73,5
<i>Somani et al., 2017 (a)</i>	Handgrip	22 ± 8	18,8	11 ± 5	19,9
	Leg extension (bilateral)	35 ± 17	27,8	27 ± 12	37,0
<i>Somani et al., 2017 (b)</i>	Handgrip	14 ± 3	13,6	9 ± 5	14,5
	Leg extension (bilateral)	25 ± 13	20,5	21 ± 16	28,8
<i>Williams et al., 1991 (a)</i>	Handgrip	77 ± 7	49,4	66 ± 6	68,8
	Leg extension (bilateral)	86 ± 4	62,3	74 ± 14	90,2
<i>Williams et al., 1991 (b)</i>	Handgrip	102 ± 6	66,7	77 ± 5	83,7
	Leg extension (bilateral)	127 ± 39	95,5	98 ± 19	122,5
<b>Handgrip x Deadlift</b>					
<i>Nagle et al., 1988 (b)</i>	Handgrip	20,00	16,3	15,00	19,0
	Deadlift	45,00	36,6	35,00	44,3
<i>Sagiv et al., 1985</i>	Handgrip	44,00	37,3	27,00	38,6
	Deadlift	71,00	60,2	35,00	50,0
<i>Sagiv et al., 1988 (a)</i>	Handgrip	30,20	25,5	22,20	30,5
	Deadlift	60,00	50,6	35,10	48,2
<i>Sagiv et al., 1988 (b)</i>	Handgrip	39,10	33	30,60	43,7
	Deadlift	63,20	53,3	35,60	50,9
<i>Sagiv et al., 1995 (a)</i>	Handgrip	08,00	6,3	9,00	11,8
	Deadlift	36,00	28,6	24,00	31,6
<i>Sagiv et al., 1995 (b)</i>	Handgrip	10,00	7,8	15,00	17,4
	Deadlift	38,00	29,5	24,00	27,9

Nota: todos os valores apresentados em delta referem-se aos aumentos identificados durante o exercício em relação aos valores obtidos antes do exercício. PAS = pressão arterial sistólica. PAD = pressão arterial diastólica. Δ% = percentual de aumento da pressão arterial.

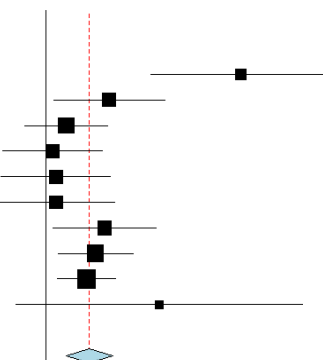
## 4.5 EFEITO DAS MODALIDADES

### 4.5.1 Efeitos da comparação dos exercícios de *handgrip* e *leg extension* sobre a pressão arterial

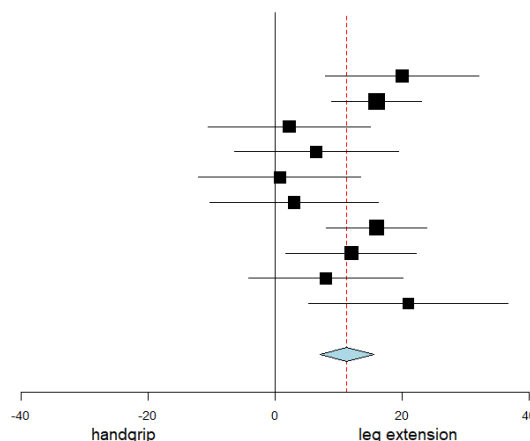
De forma geral, o exercício isométrico de *leg extension* proporcionou aumento de maior magnitude na PAS (diferença média: 9.630 mmHg; IC 95% 4.471, 14.789;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 51.336%) e na PAD (diferença média: 11.311 mmHg; IC 95% 7.050, 15.572;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 31.808%) em relação ao exercício de *handgrip* (Figura 4)

Figura 4 - Diferença média na pressão arterial sistólica (A) e diastólica (B) entre as modalidades de exercício isométrico de *handgrip* e *leg extension*.

Studies	Estimate (95% C.I.)
Lewis et al 1985	43.000 (23.102, 62.898)
Nagle et al a 1988	14.000 (1.713, 26.287)
Petrofsky et al a 2002	4.500 (-4.709, 13.709)
Petrofsky et al b 2002	1.500 (-9.497, 12.497)
Petrofsky et al c 2002	2.250 (-9.799, 14.299)
Petrofsky et al d 2002	2.240 (-10.707, 15.187)
Somani et al a 2017	13.000 (1.601, 24.399)
Somani et al b 2017	11.000 (2.779, 19.221)
Williams et al a 1991	9.000 (2.549, 15.451)
Williams et al b 1991	25.000 (-6.573, 56.573)
<b>Overall (<math>I^2=51.34\%</math>, <math>P=0.030</math>)</b>	<b>9.630 (4.471, 14.789)</b>



Studies	Estimate (95% C.I.)
Lewis et al 1985	20.000 (7.915, 32.085)
Nagle et al a 1988	16.000 (8.879, 23.121)
Petrofsky et al a 2002	2.250 (-10.595, 15.095)
Petrofsky et al b 2002	6.500 (-6.407, 19.407)
Petrofsky et al c 2002	0.750 (-12.065, 13.565)
Petrofsky et al d 2002	3.000 (-10.225, 16.225)
Somani et al a 2017	16.000 (8.081, 23.919)
Somani et al b 2017	12.000 (1.718, 22.282)
Williams et al a 1991	8.000 (-4.188, 20.188)
Williams et al b 1991	21.000 (5.280, 36.720)
<b>Overall (<math>I^2=31.81\%</math>, <math>P=0.154</math>)</b>	<b>11.311 (7.050, 15.572)</b>



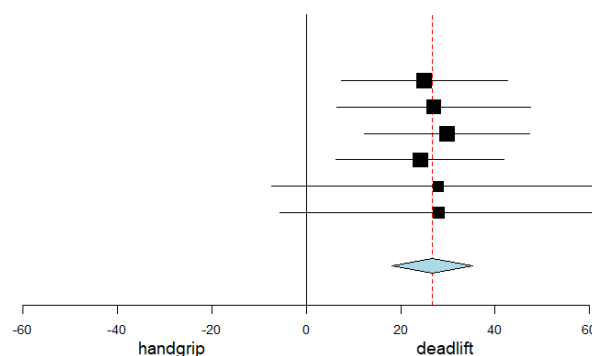
Estimativa por estudo (*black square*). Estimativa geral das análises de efeitos aleatórios (*blue diamond*). 95% CI indica o intervalo de confiança.  $I^2$  indica a heterogeneidade dos estudos.

#### 4.5.2 Efeitos da comparação dos exercícios de *handgrip* e *deadlift* e sobre a pressão arterial

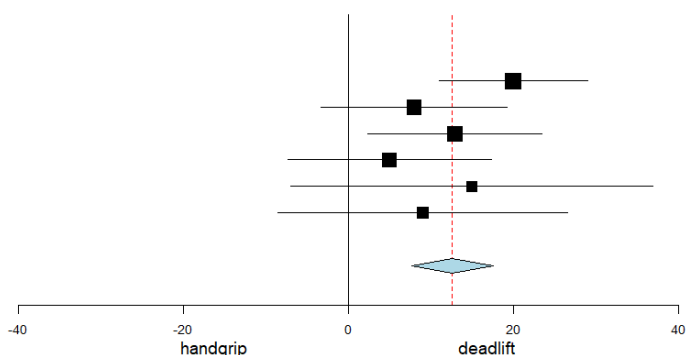
Ao comparar o EI de *handgrip* e *deadlift*, foi observado aumento de maior magnitude na PAS (diferença média: 26.645 mmHg; IC 95% 18.117, 35.173;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 0%) e na PAD (diferença média: 12.625 mmHg; IC 95% 7.683, 17.567;  $p < 0.001$ ;  $I^2$ : 0%) para a modalidade de *deadlift* (Figura 5).

Figura 5 - Diferença média na pressão arterial sistólica (A) e diastólica (B) entre as modalidades de exercício isométrico de *handgrip* e *deadlift*.

Studies	Estimate	(95% C.I.)
Nagle et al b 1988	25.000	(7.459, 42.541)
Sagiv et al 1985	27.000	(6.509, 47.491)
Sagiv et al a 1988	29.800	(12.282, 47.318)
Sagiv et al b 1988	24.100	(6.339, 41.861)
Sagiv et al a <sup>2</sup> 1995	28.000	(-7.399, 63.399)
Sagiv et al b <sup>2</sup> 1995	28.000	(-5.503, 61.503)
<b>Overall (<math>I^2=0\%</math>, <math>P=0.998</math>)</b>	<b>26.645</b>	<b>(18.117, 35.173)</b>



Studies	Estimate	(95% C.I.)
Nagle et al b 1988	20.000	(10.976, 29.024)
Sagiv et al 1985	8.000	(-3.293, 19.293)
Sagiv et al a 1988	12.900	(2.336, 23.464)
Sagiv et al b 1988	5.000	(-7.355, 17.355)
Sagiv et al a <sup>2</sup> 1995	15.000	(-6.966, 36.966)
Sagiv et al b <sup>2</sup> 1995	9.000	(-8.574, 26.574)
<b>Overall (<math>I^2=0\%</math>, <math>P=0.430</math>)</b>	<b>12.625</b>	<b>(7.683, 17.567)</b>



Estimativa por estudo (*black square*). Estimativa geral das análises de efeitos aleatórios (*blue diamond*). 95% CI indica o intervalo de confiança.  $I^2$  indica a heterogeneidade dos estudos.

## 5 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática com metanálise teve como objetivo comparar as respostas da PA durante a execução de diferentes modalidades de EI com o exercício de *handgrip* em adultos. Como resultado principal, foi observada uma maior resposta aguda da PA durante a execução dos EI de *leg extension* e *deadlift* em relação ao *handgrip*. Ainda, a diferença média no aumento da PA durante o EI de *deadlift* foi mais expressiva do que a diferença média durante o EI de *leg extension*.

Os maiores incrementos na PAS e PAD em termos absolutos e percentuais durante os exercícios isométricos de *handgrip* e *leg extension* foram observados no estudo de Williams (1991). No entanto, os autores concluíram que essas respostas da PA não parecem ter relação com a massa muscular utilizadas nos exercícios, apesar de elas diferirem. Sendo assim, algumas variáveis do treinamento podem ter contribuído para uma maior expressão da PA durante os exercícios, como a intensidade do esforço adotada (100% da CVM). Contrapondo esse ponto, o estudo de Lewis et al. (1985), resultou em maiores aumentos na PAS e PAD provenientes do EI de *leg extension* ao EI de *handgrip* e, nesse caso as respostas foram relacionadas à massa muscular ativa. Por outro lado, os menores incrementos dos valores na PAS e PAD para o EI de *handgrip* e de *leg extension* foram observados no estudo de Somani et al. (2017) ao aplicar em protocolo a 30% e 20% da CVM, respectivamente, o que, de certa forma, reforça a hipótese de que a resposta aguda da PA seja, também, influenciada pela intensidade do esforço executado.

No que se refere aos exercícios isométricos de *handgrip* e *deadlift* os maiores aumentos absolutos e percentuais encontrados na PAS e na PAD, em ambos os exercícios, foram identificados no estudo de Sagiv et al. (1985) e Sagiv et al. (1988), respectivamente. Em ambos os estudos, os protocolos utilizados não diferiram em volume e intensidade, sendo realizados a 30% da CVM durante 180 segundos. Esses aumentos mais expressivos na PA em decorrência dos EI, em relação aos outros estudos, parecem estar relacionados à idade, visto que, em ambos os estudos, os participantes possuíam acima de 50 anos. No mesmo sentido, no estudo conduzido por Smolander et al. (1998) foi constatado que os indivíduos mais velhos ( $54 \pm 59$  anos) tiveram maior resposta da PA durante o exercício se comparado aos indivíduos mais jovens ( $23 \pm 29$  anos).

Os aumentos na PAS e PAD durante o exercício de *deadlift*, quando comparado ao

*handgrip*, foram maiores do que os aumentos observados para o *leg extension* em comparação ao *handgrip*. Nesse sentido, as respostas agudas pressóricas parecem ser dependentes do tamanho da massa muscular envolvida no exercício (MITCHELL et al., 1980; FLECK; KRAEMER, 2017). Esses achados vão ao encontro de outros estudos que compararam as respostas de PA dessas modalidades. Seals et al. (1983) encontraram uma diferença significativa na resposta da PA média entre os exercícios de *handgrip*, *leg extension* e *deadlift*, com um aumento progressivo dos níveis pressóricos de acordo com a maior massa muscular envolvida no exercício. Além disso, o exercício de *deadlift* apresentou um aumento duas vezes maior na PA em comparação ao *handgrip*. Já no estudo de Nagle, Seals e Hanson (1988) foram observadas diferenças na PAS durante a execução do exercício de *deadlift* em relação aos exercícios de *handgrip* e *leg extension* e diferenças na PAD entre *deadlift* e *handgrip*, porém sem diferenças entre *deadlift* e *leg extension*. Entretanto, a literatura ainda é controversa, uma vez que outros estudos não identificaram influência da massa muscular na resposta de PA ao exercício (DAVIES; STARKIE, 1985; WILLIAMS, 1991; GRUCZA et al., 1994).

Embora a influência das variáveis do treinamento nas respostas agudas da PA durante o EI não esteja clara na literatura, a duração e a intensidade do exercício são variáveis que devem ser consideradas (BRUM et al., 2004). No presente estudo, por exemplo, os maiores efeitos para o *leg extension*, quando comparado ao *handgrip*, foram observados nos estudos que utilizaram contrações isométricas mais longas (LEWIS et al., 1985; NAGLE; SEALS; HANSON, 1988) tanto para PAS quanto para PAD. Ainda, em relação apenas à PAD, o estudo que utilizou um protocolo de máxima intensidade (100% CVM) (WILLIAMS, 1991) promoveu os maiores efeitos para o *leg extension*, o que pode estar relacionado ao aumento da RVP ocasionado pela obstrução mecânica do fluxo sanguíneo muscular durante o exercício (BRUM et al., 2004). Outros estudos também já demonstraram maiores elevações na PA em resposta a protocolos de EI de maior duração (MILLAR; MACDONALD; MCCARTNEY, 2011; JAVIDI; ARGANI; AHMADIZAD, 2019) e maior intensidade de contração muscular (SMOLANDER et al., 1998; BAROSS; WILES; SWAINE, 2013). Ainda, para os EI realizados com intensidades máximas, os aumentos observados na PA poderiam ser explicados, em parte, pela realização de manobras que aumentam a pressão intratorácica (ex. manobra de Valsalva) ao final da contração máxima, principalmente se o exercício envolver grandes grupamentos musculares (WILLIAMS, 1991).

Em relação ao exercício de *deadlift*, no estudo de Sagiv et al. (1988) foram observadas as maiores diferenças em comparação ao *handgrip* no aumento da PAS, no entanto, essa



diferença possivelmente não está relacionada às características do protocolo, visto que a maior parte dos estudos aplicou número de séries, duração e intensidades semelhantes. Já para PAD, no estudo de Nagle, Seals e Hanson (1988) foram observadas as maiores diferenças entre *deadlift* e *handgrip*, possivelmente relacionadas à duração da série e ao nível de treinabilidade dos participantes, visto que nesse estudo o tempo de contração foi superior aos demais e os participantes eram não ativos.

No que diz respeito à segurança do exercício, é importante ressaltar que não há diretrizes específicas que estabeleçam os limites de respostas da PA, considerados seguros, durante o EI. Entretanto, baseado nas recomendações existentes para a interrupção do exercício aeróbio (PESCATELLO et al., 2014), de modo geral, os aumentos observados nos valores absolutos na PAS para todas as modalidades parecem ser seguros, uma vez que não ultrapassam os limites para a PAS (250 mmHg), com exceção do estudo de Williams (1991) que relatou valores picos de PAS de  $255 \pm 9$  mmHg para o *handgrip* e de  $260 \pm 29$  mmHg para o *leg extension* a 100% da CVM. Em relação à PAD, para o exercício de *handgrip* foram observados valores acima do limite recomendado durante o exercício aeróbio (até 115 mmHg) (PESCATELLO et al., 2014) nos estudos de Petrofsky e Laymon,(2002) em todas as faixas etárias, sendo o maior valor encontrado para o grupo de participantes na faixa etária de 51 a 65 anos (PAD =  $144,01 \pm 14,3$  mmHg), e de Williams (1991) para as duas intensidades de exercício (70% da CVM:  $162 \pm 7$  mmHg e 100% da CVM:  $169 \pm 8$  mmHg). Já para o exercício de *leg extension*, a PAD alcançou valores acima do recomendado em todos os estudos, com exceção do estudo de Somani et al. (2017) para as mulheres (PAD de repouso =  $73 \pm 5$  mmHg e  $\Delta = 21 \pm 16$  mmHg). Similarmente, para o exercício de *deadlift*, todos os estudos alcançaram valores acima dos recomendados para a PAD durante o exercício, exceto o estudo de Sagiv et al. (1995) ao relatar a medida direta de PA (PAD =  $100 \pm 14$  mmHg).

Até o presente momento, esta é a única metanálise sobre as respostas agudas de PA durante diferentes modalidades de EI. Tais achados são considerados clinicamente relevantes, pois o comportamento da PA durante o exercício pode identificar aqueles que serão mais propensos a obter reduções crônicas na PA (YAMAGATA; SAKO, 2020; SOMANI et al., 2017). Além disso, a resposta exagerada da PA ao exercício pode prever o desenvolvimento da HA em indivíduos normotensos (SINGH et al., 1999; NAKASHIMA et al., 2004).

Os estudos incluídos nesta metanálise apresentam algumas limitações importantes de serem destacadas. Estes estudos avaliaram a PA em apenas uma série para cada exercício e/ou intensidade, o que pode não refletir as respostas agudas de PA ocasionadas em um protocolo de

exercício isométrico realizado na prática, visto que, normalmente, são realizadas mais de uma série para cada exercício. Além disso, os participantes que constituíram a amostra na maioria dos artigos foram apenas homens e indivíduos normotensos, não permitindo subanálises por sexo e nível de PA, o que poderia agregar na discussão da influência de tais variáveis nas respostas da PA ao EI. Ademais, tais limitações impedem que sejam feitas extrapolações de tais resultados para populações com outras características.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo de revisão sistemática com metanálise, conclui-se que os EI de *leg extension* e *deadlift* promovem, agudamente, maiores incrementos na PAS e na PAD em adultos, quando comparados ao EI de *handgrip*. Portanto, sugere-se que a massa muscular envolvida no EI influencia as respostas da PA durante sua execução. Além disso, a análise dos resultados incluídos nesta revisão sugere a influência da duração e da intensidade do EI nas respostas agudas da PA em adultos.

Considerando que o EI tem sido recomendado como uma alternativa no manejo da PA em hipertensos, especialmente o EI de *handgrip*, saber a magnitude do seu aumento durante o exercício é de extrema importância para o controle, a segurança e a prescrição de treinamento, visto que esses indivíduos já apresentam valores de PA de repouso elevados, o que é um fator importante a ser levado em consideração quando se fala de segurança do exercício do ponto de vista cardiovascular.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN HEART ASSOCIATION (2016). Shaking the Salt Habit to Lower High Blood Pressure. Disponível em <<https://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure/changes-you-can-make-to-manage-high-blood-pressure/shaking-the-salt-habit-to-lower-high-blood-pressure>>. Acesso em 10 mar. 2020.
- ANUNCIACÃO, J. G. et al. Blood pressure and autonomic responses following isolated and combined aerobic and resistance exercise in hypertensive older women. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 38, n. 8, p.710–714, 2016.
- ARAÚJO et al., C. G. S. D. et al. Respostas Hemodinâmicas a um Protocolo de Treinamento Isométrico de Preensão Manual. **Arquivos Sociedade Brasileira de Cardiologia**, v. 97, n. 5, p. 413-419, 2011.
- ASHOR, A.W. et al. Exercise Modalities and Endothelial Function: A Systematic Review and Dose–Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Sports Medicine**, v. 45, n.2, p. 279-296, 2015.
- BADROV, M. B. et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow-mediated dilation equally in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p. 1289–1296, 2016.
- BADROV, M.B. et al. Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. **Psychophysiology**, v. 50, n. 4, p. 407-414, 2013.
- BAROSS, A.W.; WILES, J.D.; SWAINE, I.L. Double-leg isometric exercise training in older men. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 4, p. 33-40, 2013.
- BARROSO, W. K. S. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2020; [online].ahead print, PP.0-0
- BING, L. et al. Socioeconomic status and hypertension a meta-analysis. **Journal of Hypertension**, v.33, n.2, p. 221-229. 2015.
- BORTOLOTTO, L.A. Hipertensão arterial e insuficiência renal crônica. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.15, n. 3, p. 52-155, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Hipertensão afeta um a cada quatro adultos no país. Disponível em: < <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45394-hipertensao-afeta-um-a-cada-quatro-adultos-no-brasil>> Acesso em 05 mar. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Hipertensão é diagnosticada em 24,7% da população, segundo pesquisa da Vigitel. Disponível: < <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45446-no-brasil-388-pessoas-morrem-por-dia-por-hipertensao>>. Acesso em 05 mar.2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM. Disponível em <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0901&item=1&acao=20>>. Acesso em 10 de abr. De 2021.

BROOK, R.D. et al. Beyond medications and diet: Alternative approaches to lowering blood pressure: A scientific statement from the american heart association. **Hypertension**, v. 61, p. 1360–1383, 2013.

CAHU RODRIGUES, S. L., et al. Vascular effects of isometric handgrip training in hypertensives. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 42, n. 1, p. 24-30, 2019.

CARLSON, A.P. et al. Ethnic differences in hypertension incidence among middle-aged and older adults: the multi-ethnic study of atherosclerosis. **Hypertension**. v. 57, n. 6, p. 1101-1107, 2011.

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

CARLSON, D. J. et al. The efficacy of isometric resistance training utilizing handgrip exercise for blood pressure management. A randomized trial. *Medicine*, v. 95, n. 52, e5791, 2016.

CASONATTO, J. et al. The Blood Pressure-Lowering Effect of a Single Bout of Resistance Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 23, n.16, p. 1700-1714, 2016.

CHRYSANT, S. G. Current Evidence on the Hemodynamic and Blood Pressure Effects of Isometric Exercise in Normotensive and Hypertensive Persons. **The Journal of Clinical Hypertension**, v. 12, n. 9, p. 721–726, 2010.

CORNELISSEN, V. A. et al. Impact of Resistance Training on Blood Pressure and Other Cardiovascular Risk Factors: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. **Hypertension**, v. 58, n. 5, p. 950-958, 2011.

CORNELISSEN, V.A.; SMART, N.A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, v. 2, n. 1, 2013 e004473.

CUSCHIERI, S. et al. The Effects of Socioeconomic Determinants on Hypertension in a Cardiometabolic At-Risk European Country. **International Journal of Hypertension**. p. 1-7, 2017.

DA SILVA, C. A. et al. Acute effect of isometric resistance exercise on blood pressure of normotensive healthy subjects. **International Journal of Cardiology**, v. 168, n. 3, p.2883–2886, 2013.

DEVEREUX, G. R.; WILES, J. D.; SWAINE, I. L. Reductions in resting blood pressure after 4 weeks of isometric exercise training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 601–606, 2010.

FADEL, P.J.; RAVEN, P.B. Human investigations into the arterial and cardiopulmonary baroreflexes during exercise. **Experimental Physiology**, v.97, n.1, p.39-50, 2012.

FAGARD, R. H.; CORNELISSEN, V. A. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 12-17, 2007.

FARAH, B. Q. et al. Supervised, but Not Home-Based, Isometric Training Improves Brachial and Central Blood Pressure in Medicated Hypertensive Patients: A Randomized Controlled Trial. **Frontiers in Physiology**, v. 23, n. 9, 2018.

FARAH, B. Q. et al. Effects of isometric handgrip training in patients with cardiovascular disease: rationale and design of the ISOPRESS network. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 23, n. 4, e101719, 2017.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2017.

GOESSLER, K.; BUYS, R.; CORNELISSEN, V. A. Low-intensity isometric handgrip exercise has no transient effect on blood pressure in patients with coronary artery disease. **Journal of the American Society of Hypertension**, v. 10, n. 8, p. 633–639, 2016.

GUIDELINES JAPANESE SOCIETY OF HYPERTENSION (JSA). Chapter 13. Secondary hypertension. **Hypertension Research**, n. 37, p. 349–361, 2014.

HAGBERG, J. M.; PARK, J.; BROWN, M. D. The Role of Exercise Training in the Treatment of Hypertension. **Sports Medicine**, v. 30, p. 193-106. 2000.

HARTOG, R. et al. Short-term vascular hemodynamic responses to isometric exercise in young adults and in the elderly. **Clinical Interventions in Aging**, v. 13, p. 509-514, 2018.  
HE, L.; WEI, W. R.; CAN, Z. Effects of 12-week brisk walking training on exercise blood pressure in elderly patients with essential hypertension: a pilot study. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 40, n.7, p. 1–7, 2018.

HEUSSER, K. et al. Carotid baroreceptor stimulation, sympathetic activity, baroreflex function, and blood pressure in hypertensive patients. **Hypertension**, v.55, n.3, p. 619-626, 2010.

IELLAMO, F. et al. Effects of Isokinetic, Isotonic and Isometric Submaximal Exercise on Heart Rate and Blood Pressure. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 75, n. 2, p. 89-96, 1997.

INDER, J. D. Isometric Exercise Training for Blood Pressure Management: A Systematic Review and Meta-Analysis to Optimize Benefit. **Hypertension Research**, v.39, n.2, p. 88-94, 2016.

JAVIDI, M.; ARGANI, H.; AHMADIZAD, S. Hemodynamic responses to different isometric handgrip protocols in hypertensive men. **Science & Sports**, v. 34, n. 4, p. 251-257, 2019.

JIN, Y.Z., YAN, S., YUAN, W.X. Effect of isometric handgrip on resting blood pressure in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 1-2, p. 154-160, 2017.

KELLEY, G.A.; KELLEY, K.S. Isometric handgrip exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Hypertension**, v. 28, n.3, 411–418, 2010.

KIVELOFF, B., & HUBER, O. Brief maximal isometric exercise in hypertension. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 19, n. 12, p. 1006–1012, 1971.

KOUNOUPIS, A et al. Are Blood Pressure and Cardiovascular Stress Greater in Isometric or in Dynamic Resistance Exercise? **Sports**, v. 8, n. 4, E:41, 2020.

LALANDE, S. et al. Effect of Age on the Hemodynamic and Sympathetic Responses at the Onset of Isometric Handgrip Exercise. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md:1985)**, v. 116, n. 2, p. 222-227, 2014.

LARSEN, M. K.; MATCHKOV, V. V. Hypertension and physical exercise: The role of oxidative stress. *Medicina*, v. 52, n. 1, p. 19-27, 2016.

LATERZA, M.C. et al. Exercise training restores baroreflex sensitivity in never-treated hypertensive patients. *Hypertension*, v. 49, n.6, p. 1298-1306, 2007.

LEE, J. et al. Associations of physical activity and sleep with cardiometabolic risk in olderwomen. **Preventive Medicine Reports**, v.18, p. 1-7, 2020.

LEITZMANN, M.F. et al. Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. **Archives of Internal Medicine**, v. 167, n. 22, p. 2453-2460, 2007.

LESKINEN, T. et al. Change in physical activity and accumulation of cardiometabolic risk factors. **Preventive Medicine**, v. 112, p. 31–37, 2018.

LEVY, D. et al. Genome-wide association study of blood pressure and hypertension. **Nature Genetics**, v. 41, n. 6, p. 677-687, 2009.

LEWIS, S. F. et al. Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 1, p. 146–151, 1985.

MACDONALD, H.V. et al. Dynamic Resistance Training as Stand-Alone Antihypertensive Lifestyle Therapy: A Meta-Analysis. **Journal of the American Heart Association**, v.5, n.10, 2016: e003231.

- MALACHIAS, M. V. B. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3, Suplemento 3, 2016.
- MALTA, D. C. et al. Prevalência da hipertensão arterial segundo diferentes critérios diagnósticos, Pesquisa Nacional de Saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 21, supl. 1, e180021, 2018.
- MARTINEZ-GOMEZ, D. et al. Physical activity without weight loss reduces the development of cardiovascular disease risk factors – a prospective cohort study of more than one hundred thousand adults. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v.62, n.6, p. 522-530, 2019.
- MCGOWAN, C.L. et al. Isometric handgrip training improves local flow-mediated dilation in medicated hypertensives. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 227-234, 2007.
- MEDINA, C. et al. Occupational and leisure time physical inactivity and the risk of type II diabetes and hypertension among Mexican adults: A prospective cohort study. **Scientific Reporters**, v.8, n.1, 2018.
- MILLAR, P. J., MACDONALD, M. J., MCCARTNEY, N. Effects of Isometric Handgrip Protocol on Blood Pressure and Neurocardiac Modulation. **International Journal of Sports Medicine**. v. 32, p. 174 – 180, 2011.
- MILLAR, P. J. et al. Effects of isometric handgrip training among people medicated for hypertension: a multilevel analysis. **Blood Pressure Monitoring**, v. 12, n. 5, p. 307-314, 2007.
- MILLAR, P. J. et al. Evidence for the Role of Isometric Exercise Training in Reducing Blood Pressure: Potential Mechanisms and Future Directions. **Sports Medicine**, v. 44, n. 3, p. 345–356, 2014.
- MILLAR, P. J. et al. Isometric handgrip training lowers blood pressure and increases heart rate complexity in medicated hypertensive patients. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 23, n. 5, p. 620-626, 2012.
- MITCHELL, J.H.; et al. The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions. **The Journal of Physiology**, v. 309, p. 45-54, 1980.
- MITCHELL, J.H. et al. Task Force 8: Classification of sports. Journal of the American College of Cardiology. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 45, p. 1364–1367, 2005.
- MOREIRA, S. R. et al. Acute blood pressure changes are related to chronic effects of resistance exercise in medicated hypertensives elderly women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 36, n. 3, p. 242–248, 2014.

- OLHER, R. D. R. V. et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. **Clinical Interventions in Aging**, v.8, p. 649-655, 2013.
- OZEMEK, S.C. et al. Impact of therapeutic lifestyle changes in resistant hypertension. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 63, n. 1, p. 4-9, 2019.
- PADMANABHAN, S. et al. Genetic and molecular aspects of hypertension. **Circulation Research**, v. 116, n. 6, p. 937-959, 2015.
- PICON, R. V. et al. Prevalence of hypertension among elderly persons in urban Brazil: a systematic review with meta-analysis. **American Journal of Hypertension**, v. 26, n. 4, p. 541-548, 2013.
- PUGH, D.; GALLACHER, P.J.; DHAUN, N. Management of Hypertension in Chronic Kidney Disease. **Drugs**, v.79, n.4, p. 365–379, 2019.
- RAPSOMANIKI, E. et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1.25 million people. **Lancet**, v. 383, n. 9932 p.1899–911, 2014.
- RAY, C. A.; CARRASCO, D.I. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. **The American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology**, v. 279, n. 1, p. 245-249, 2000.
- RISSARDI, G. D. G. L. et al. Prevalence of Physical Inactivity and its Effects on Blood Pressure and Metabolic Parameters in a Brazilian Urban Population. **International Journal Cardiovascular Science**, v. 31, n. 6, p. 594-602, 2018.
- ROERECKE, M. et al. The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet**, v. 2, n, 2, p. 108-120. 2017.
- RUST, P; EKMEKCIOGLU, C. Impact of Salt Intake on the Pathogenesis and Treatment of Hypertension. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, n. 956, p. 61-84, 2017.
- SABBAHI, A. et al. Exercise and Hypertension: Uncovering the Mechanisms of Vascular Control. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 59, n. 3, p. 226-234, 2016.
- SANTOS, L. P. et al. Effects of aerobic exercise intensity on ambulatory blood pressure and vascular responses in resistant hypertension. **Journal of Hypertension**, v. 34, n. 7, p. 1317–1324, 2016.
- SCHROEDER, E. C. et al. Comparative Effectiveness of Aerobic, Resistance, and Combined Training on Cardiovascular Disease Risk Factors: A Randomized Controlled Trial, **PLOS ONE**, v.14, n.1, 2019: e0210292.
- SHARMAN, J.E. et al. Exercise and sport science australia position stand update on exercise and hypertension. **Journal of Human Hypertension**. v. 33, n. 12, p. 837–843, 2019.



- SILVA, I. M. D. et al. Cardiovascular responses after isometric handgrip exercise at different intensities in healthy men. **Journal of Physical Education**, Maringa, v. 30, e3020, 2019.
- SMART, N.A. et al. Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: individual participant data meta-analysis. **Journal of Hypertension**, v.37, n.10, p. 1927-1938, 2019.
- SMOLANDER, J. et al. Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men. **European Journal of Applied Physiology**. v. 77, p. 439-444, 1998.
- SOMANI Y. B. et al Acute response to a 2-minute isometric exercise test predicts the blood pressure-lowering efficacy of isometric resistance training in young adults. **American Journal of Hypertension**, v. 31, n. 3, p. 362-368, 2017.
- STEWART, J. M. Changes in Regional Blood Volume and Blood Flow During Static Handgrip. **Heart and Circulatory Physiology**. v. 292, n. 1, p. 215-223, 2007.
- STILLER-MOLDOVAN, C., KENNO, K., & MCGOWAN, C. L. Effects of isometric handgrip training on blood pressure (resting and 24 h ambulatory) and heart rate variability in medicated hypertensive patients. **Blood Pressure Monitoring**, v. 17, n. 2, p. 55–61, 2012
- TAYLOR, A. C. et al. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 251–256, 2003.
- TAYLOR, K.A. et al. Continuous Cardiac Autonomic and Hemodynamic Responses to Isometric Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 8, p. 1511–1519, 2017.
- UNGER, T. et al. 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. **Hypertension**, v. 75, n. 6, p. 1334-1357, 2020.
- VALLÉE, A.; SAFAR, M. E.; BLACHER, J. Hypertension artérielle permanente essentielle: définitions et revue hémodynamique, clinique et thérapeutique. **La Presse Médicale**. v.48, n.1, p. 19-28, 2019.
- VAN ASSCHE, T. et al. One Single Bout of Low-Intensity Isometric Handgrip Exercise Reduces Blood Pressure in Healthy Pre- And Hypertensive Individuals. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n.4, p. 469-475, 2017.
- VIGITEL. Ministério da saúde. Pesquisa Vigitel Brasil 2018. Brasília, DF. 2019. Disponível em <<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>> Acesso em 10 mar. 2020.
- WEBER, M. A. et al. Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertension in the Community. A Statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. **The Journal of Clinical Hypertension**, v. 16, n. 1, 2014.

WHELTON, P.K. et al. 2017 ACC /AHA /AAPA /ABC /ACPM/ AGS/ APhA/ ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 71, n. 19, p. 127-248, 2018.

WHO. World Health Organization. A global brief on Hypertension: Silent killer, global public health crisis. 2013.

WHO. World Health Organization. Hypertension (2019). Disponível em <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>> Acesso em 10 mar. 2020.

WHO. World Health Organization. Hypertension: act now! Disponível em:<[https://www.who.int/docs/default-source/documents/hypertension-infographic-005-web.pdf?sfvrsn=f0973d0c\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/documents/hypertension-infographic-005-web.pdf?sfvrsn=f0973d0c_2)> Acesso em 05 mar. 2020

WHO. World Health Organization. Q&As on hypertension. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-as-on-hypertension>>. Acesso em 05 mar. 2020.

WILES, J. D. et al. The safety of isometric exercise - Rethinking the exercise prescription paradigm for those with stage 1 hypertension. **Medicine**, v. 97, n. 10: e0105, 2018.

WILES, J. D., GOLDRING, N.; COLEMAN, D. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n.1, p. 83–93, 2016.

WILES, J.D.; COLEMAN, D.A.; SWAINE, I.L. The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 3, p. 419-428, 2010.

WILEY, R.L. et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 24, n. 7, p. 749-754, 1992.

WILLIAMS, B., et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. **Journal of Hypertension**, v. 36, n. 10, p. 1953–2041, 2018.

WILSON, P.W. et al. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. **Archives of Internal Medicine**, v. 162, n. 16, p. 1867-1872, 2002.

WONG, S.W. et al. Sex differences in forebrain and cardiovascular responses at the onset of isometric handgrip exercise: a retrospective fMRI study. **Journal of Applied Physiology (1985)**, v. 103, n. 4, p. 1402-1411, 2007.

YAMAGATA, T.; SAKO, T. High cardiovascular reactivity and muscle strength attenuate hypotensive effects of isometric handgrip training in young women: A randomized controlled trial. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 42, n. 7, p. 595-600, 2020.

YUSUF, S. et al. Modifiable Risk Factors, Cardiovascular Disease, and Mortality in 155 722 Individuals From 21 High-Income, Middle-Income, and Low-Income Countries (PURE): A Prospective Cohort Study. **Lancet**, v. 395, n. 10226, p.795-808, 2020.

ZHOU, B. et al. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 populationbased measurement studies with 19·1 million participants. **Lancet**, v. 389, n. 10064, p. 37-55. 2017.