



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

EVERTON DOMINGOS

**RESPOSTAS AGUDAS E CRÔNICAS DA PRESSÃO  
ARTERIAL ENTRE EXERCÍCIO RESISTIDO TRADICIONAL  
VERSUS EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE  
FLUXO SANGUÍNEO:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

EVERTON DOMINGOS

**RESPOSTAS AGUDAS E CRÔNICAS DA PRESSÃO  
ARTERIAL ENTRE EXERCÍCIO RESISTIDO TRADICIONAL  
VERSUS EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE  
FLUXO SANGUÍNEO:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito.

Londrina  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Domingos, Everton.

Respostas agudas e crônicas da pressão arterial entre exercício resistido tradicional versus exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo: uma revisão sistemática com meta-análise. / Everton Domingos. - Londrina, 2018.  
50 f. : il.

Orientador: Marcos Doederlein Polito.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2018.

Inclui bibliografia.

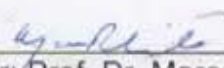
1. Pressão arterial - Tese. 2. Exercício resistido - Tese. 3. Restrição de fluxo sanguíneo - Tese. 4. Kaatsu training - Tese. I. Doederlein Polito, Marcos. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

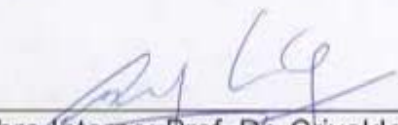
EVERTON DOMINGOS

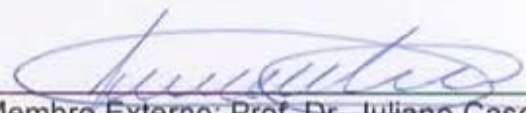
**RESPOSTAS AGUDAS E CRÔNICAS DA PRESSÃO ARTERIAL  
ENTRE EXERCÍCIO RESISTIDO TRADICIONAL VERSUS EXERCÍCIO  
RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlin Polito  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

  
Membro Interno: Prof. Dr. Crivaldo Gomes  
-Cardoso Júnior  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

  
Membro Externo: Prof. Dr. Juliano Casonatto  
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Londrina, 10 de abril de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, cujo apoio foi fundamental durante o período dos estudos e sem o qual seria impossível para mim cumprir todos os compromissos com o programa. Agradeço especialmente à minha mãe, pelo amor, compreensão e suporte nos momentos de maior dificuldade.

Aos queridos amigos, Veridiana Domingues e Vinicius Moraes, que talvez não saibam o quanto me ajudaram apenas por dedicarem atenção em inúmeras conversas sobre o mestrado, tornando a passagem por ele mais leve.

Ao professor e amigo Juliano Casonatto, pela ajuda e disposição, desde a graduação, assim como pelo incentivo dado à minha permanência no campo da pesquisa científica.

Aos demais membros da banca examinadora, pelas contribuições dadas ao desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos companheiros do GeCardio, principalmente ao Guilherme, por compartilhar as incertezas deste modelo de trabalho, até então novo e desafiador.

À equipe do Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física (UEL/UEM) e à Universidade Estadual de Londrina pelo suporte acadêmico prestado.

À Secretaria de Estado da Educação do Paraná, pela concessão de licença do trabalho, essencial para minha dedicação exclusiva aos estudos.

Por fim, agradeço especialmente ao professor Marcos Dorderlein Polito, pela oportunidade, orientação, disposição, paciência e, acima de tudo, pela valiosa contribuição à minha formação acadêmica.

DOMINGOS, Everton. **Respostas agudas e crônicas da pressão arterial entre exercício resistido tradicional versus exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo**: uma revisão sistemática com meta-análise. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

O exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) e baixa intensidade é uma alternativa aos protocolos tradicionais de exercícios de alta intensidade visando obtenção e manutenção de força muscular, principalmente para populações com limitações à alta carga. Entretanto, estudos envolvendo respostas da pressão arterial (PA) a essa estratégia de exercício ainda são inconsistentes. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos do exercício resistido com RFS nas respostas de PA agudas e crônicas e, por meio da meta-análise, identificar variáveis associadas. **Métodos:** As buscas foram realizadas nas bases *PubMed*, *SPORTDiscus* e *Web of Science*, resultando em 2581 referências. Após análises baseadas nos critérios de inclusão e exclusão, 18 referências foram selecionadas para compor a revisão sistemática e meta-análise. A PA foi o desfecho principal para as análises de efeito agudo, efeito hipotensivo e efeito crônico ao exercício resistido com RFS. O *effect size* (ES) foi calculado utilizando o modelo de efeito randômico. A influência de variáveis moderadoras, transformadas em *work-rest ratio* (WRR), foi verificada pela meta-regressão. ANOVA baseada em teste Q foi usada para identificar possíveis diferenças em subgrupos. **Resultados:** Quando o exercício tradicional foi realizado com alta carga, ocorreram valores mais elevados ( $P < 0,01$ ) para a PA diastólica (PAD) no exercício com RFS ( $ES = 17,84$ ) em relação ao exercício tradicional ( $ES = 5,53$ ). No exercício tradicional realizado com baixa carga, a PA sistólica (PAS) apresentou diferença entre esse exercício e o exercício com RFS para pessoas hipertensas ( $ES = 48,05$  vs  $69,83$ ;  $P = 0,03$ ) e pessoas treinadas ( $ES = 20,14$  vs  $32,30$ ;  $P = 0,02$ ). Para a PAD, também foram observadas diferenças em pessoas hipertensas ( $ES = 28,37$  vs  $43,66$ ;  $P = 0,04$ ) e pessoas treinadas ( $ES = 17,54$  vs  $24,47$ ;  $P = 0,03$ ). A meta-regressão mostrou associação significativa apenas para a PAS e o WRR tanto no exercício com RFS ( $slope = 50,55$ ;  $P = 0,03$ ) quanto no exercício tradicional ( $slope = 30,77$ ;  $P = 0,02$ ). Para o efeito hipotensivo, houve diferença na medida de 30-60 minutos pós-exercício ( $P = 0,02$ ), na PAS, entre exercício com RFS ( $ES = -5,13$ ) e exercício tradicional ( $ES = -3,76$ ), e na PAD ( $P = 0,03$ ), entre o exercício com RFS ( $ES = -4,70$ ) e o exercício tradicional ( $ES = -3,04$ ). Pessoas hipertensas também apresentaram diferença entre os dois tipos de exercício na PAS ( $P < 0,01$ ), enquanto pessoas normotensas mostraram diferença na PAD ( $P = 0,01$ ), com maior efeito hipotensivo na RFS. A meta-regressão mostrou associação significativa, com efeito hipotensivo, para a PAD e o WRR apenas no exercício resistido tradicional ( $slope = -0,11$ ;  $P < 0,01$ ). **Conclusão:** O exercício com RFS apresentou maiores valores de PAD em relação ao exercício tradicional com alta carga; e maiores valores de PAS e PAD em relação ao exercício tradicional com baixa carga, principalmente em pessoas hipertensas. Dessa forma, a prescrição da RFS deve ser feita com cautela quando o controle da PA for necessário durante o exercício.

**Palavras-chave:** Pressão arterial. Respostas hemodinâmicas. Exercício Resistido. Restrição do fluxo sanguíneo. *Kaatsu* training.

DOMINGOS, Everton. **Acute and chronic blood pressure response between traditional resistance exercise versus low-load resistance exercise with blood flow restriction: a systematic review and meta-analysis.** 2018. 50 p. Dissertation (Master's Degree in Physical Education) – Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## ABSTRACT

Low-intensity resistance exercise with blood flow restriction (BFR) is an alternative to the traditional protocols of high intensity exercises to improve and maintain muscle strength, especially for populations with limitations to high intensity exercise. However, studies involving blood pressure (BP) responses to this exercise strategy are still inconsistent. In this sense, the aim of the present study was to perform a systematic review of the literature on the effects of resistance exercise with BFR on acute and chronic BP responses and, through the meta-analysis, to identify associated variables. **Methods:** Searches were performed at PubMed, SPORTDiscus and Web of Science databases resulting in 2581 references. After analysis based on the inclusion and exclusion criteria, 18 references were selected to compose the systematic review. BP was the main outcome for the acute effect, hypotensive effect and chronic effect of resistance exercise with BFR. The effect size (ES) was calculated using the random effect model. The influence of moderator variables, transformed into work-rest ratio (WRR), was verified by meta-regression. Q-test based ANOVA was applied to identify differences in subgroups. **Results:** The results showed higher values ( $P<0,01$ ) for the diastolic BP (DBP) in the exercise with BFR (ES=17,84) in comparison to the traditional exercise with high load (ES=5,53). The systolic BP (SBP) was different between the traditional exercise with low load and exercise with BFR for hypertensive (ES=48,05 vs 69,83;  $P=0,03$ ) and trained subjects (ES=20,14 vs 32,30;  $P=0,02$ ). The DBP also showed difference between the traditional exercise with low load and exercise with BFR in hypertensive (ES=28,37 vs 43,66;  $P=0,04$ ) and trained subjects (ES=17,54 vs 24,47;  $P=0,03$ ). The meta-regression showed a significant association only for SBP and WRR in both BFR (slope=50,55;  $P=0,03$ ) and traditional exercise (slope=30,77;  $P=0,02$ ). For the hypotensive effect, there was a difference in 30-60 minutes post-exercise measure ( $P=0,02$ ) on SBP between exercise with BFR (ES=-5,13) and traditional exercise (ES=-3,76), and in DBP ( $P=0,03$ ) between exercise with BFR (ES=-4,70) and the traditional exercise (ES=-3,04). Hypertensive subjects also showed difference between the two types of exercise in SBP ( $P<0,01$ ) while normotensive individuals showed a difference in DBP ( $P=0,01$ ) with a higher hypotensive effect in the BFR exercise. The meta-regression showed a significant association, with hypotensive effect, for DBP and WRR only in traditional resistance exercise (slope=-0,11;  $P<0,01$ ). **Conclusion:** The exercise with BFR presented higher values of DBP in relation to the traditional exercise with high load; and higher values of SBP and DBP in relation to the traditional exercise with low load, especially in hypertensive people. Therefore, BFR prescription should be made with caution when BP control is necessary during exercise.

**Keywords:** Blood pressure. Hemodynamic responses. Resistance exercise. Blood flow restriction. *Kaatsu* training.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Fluxograma dos estudos incluídos na revisão sistemática.....	19
<b>Figura 2:</b> Meta-regressão do <i>work-rest ratio</i> sobre a pressão arterial sistólica (diferença da média) no exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo .....	34
<b>Figura 3:</b> Meta-regressão do <i>work-rest ratio</i> sobre a pressão arterial sistólica (diferença da média) no exercício resistido tradicional (alta e baixa carga) .....	34
<b>Figura 4:</b> Meta-regressão do <i>work-rest ratio</i> sobre a pressão arterial sistólica pós-exercício (diferença da média) no exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo .....	36
<b>Figura 5:</b> Meta-regressão do <i>work-rest ratio</i> sobre a pressão arterial diastólica pós-exercício (diferença da média) no exercício resistido tradicional.....	36
<b>Figura 6:</b> Meta-regressão do <i>work-rest ratio</i> sobre a pressão arterial diastólica pós-exercício (diferença da média) no exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características gerais dos estudos incluídos na revisão (análise aguda da RFS sobre a PA).....	24
<b>Tabela 2:</b> Características gerais dos estudos incluídos na revisão (análise crônica da RFS sobre a PA) .....	27
<b>Tabela 3:</b> Pressão arterial sistólica e diastólica durante exercício tradicional de alta carga ( $\geq 60\%$ 1RM) e exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo.....	30
<b>Tabela 4:</b> Pressão arterial sistólica e diastólica durante exercício tradicional de baixa carga ( $< 60\%$ 1RM) e exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo.....	32
<b>Tabela 5:</b> Pressão arterial sistólica e diastólica após exercício resistido tradicional e exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo .....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM	Uma Repetição Máxima
ACMS	<i>American College of Sports Medicine</i>
AHA	<i>American Heart Association</i>
DP	Desvio Padrão
ES	<i>Effect size</i>
IA	Intensidade Alta
IA-RFS	Intensidade Alta com Restrição de Fluxo Sanguíneo
IB	Intensidade Baixa
IB-RFS	Intensidade Baixa com Restrição de Fluxo Sanguíneo
IC	Intervalo de Confiança
IM	Intensidade Moderada
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
RFS	Restrição do Fluxo Sanguíneo
SE	Sem Exercício
TESTEX	<i>Tool for the assessment of Study quality and reporting in EXercise</i>
WRR	<i>Work-rest Ratio</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	15
2.1	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	15
2.2	BASES DE DADOS E ESTRATÉGIA DE BUSCA .....	15
2.3	EXTRAÇÃO DOS DADOS DOS ESTUDOS.....	16
2.4	DESFECHOS.....	17
2.5	RISCO DE VIÉS DOS ESTUDOS .....	17
2.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	19
3.1	SELEÇÃO DOS ESTUDOS .....	19
3.2	DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS INCLUÍDOS .....	19
3.3	CÁLCULO DOS <i>EFFECT SIZE</i> .....	28
3.4	ANÁLISE DE VIÉS DE PUBLICAÇÃO.....	29
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	44
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A aptidão muscular, como componente da aptidão física relacionada à saúde, tem seu desenvolvimento relacionado a diversos benefícios. Nesse contexto, níveis elevados de força muscular se associam à diminuição de fatores de risco cardiometabólicos e, conseqüente, à diminuição de eventos cardiovasculares, baixos riscos de mortalidade e de desenvolvimento de limitações funcionais (ACSM, 2011). A prática do treinamento com exercícios resistidos, além de promover ganho de força e massa muscular, está associada ao baixo risco de desenvolvimento de síndrome metabólica, independente da prática combinada com exercícios aeróbios, por atuar diretamente sobre importantes biomarcadores relacionados à saúde, tais como níveis sanguíneos de glicose, insulina, lipídios e lipoproteínas (BAKKER et al., 2017).

Para obtenção de resultados expressivos tanto em aumento de força quanto de hipertrofia muscular, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) recomenda a prática de exercícios resistidos com intensidade variando de 60 a 80% do valor de uma repetição máxima (1RM), realizadas 2-4 séries que compreendam 8-12 repetições para cada exercício, considerando indivíduos iniciantes e intermediários na prática de exercícios com pesos (ACSM, 2011). Entretanto, apesar dos benefícios ocasionados, em grande parte devido ao efeito crônico de sua prática, esse tipo de exercício provoca de maneira aguda uma série de alterações fisiológicas que devem ser levadas em consideração por configurarem possíveis contraindicações, como as respostas cardiovasculares e hemodinâmicas que se manifestam durante o esforço. Uma resposta primária ao exercício realizado em moderada/alta intensidade é o aumento da pressão arterial (PA), desencadeada tanto pelas respostas do sistema nervoso simpático quanto pela compressão mecânica local que os vasos sofrem com as fortes contrações musculares e elevada pressão intramuscular (MACDOUGALL et al., 1985; GOTSHALL et al., 1999).

Essas interações entre exercício resistido e respostas fisiológicas agudas exigem maior rigor para a prescrição, principalmente com relação à intensidade, podendo ainda ser inviável para algumas populações específicas devido ao alto estresse mecânico e elevado risco de evento cardiovascular (AHA, 2007; LOENNEKE et al., 2010; POTON, POLITO, 2016) – ainda que a prática

exercícios resistidos seja recomendada pela *American Heart Association* (AHA), mesmo para indivíduos com doença cardíaca, a fim de promover manutenção de força, potência e hipertrofia muscular como importantes fatores de qualidade de vida (AHA, 2000; NETO et al., 2015). De fato, evidências indicam que o exercício vigoroso aumenta de forma aguda o risco de eventos cardiovasculares em indivíduos jovens e adultos independentemente da presença de doença cardíaca (AHA, 2007). Indivíduos hipertensos e/ou com doença arterial periférica apresentam aumento exacerbado na pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) durante o exercício, o que pode ocasionar risco potencial para eventos cardiovasculares (MACDOUGALL et al., 1985; DOWNS et al., 2014).

Exercícios com intensidade de baixa a moderada seriam, então, a alternativa mais indicada à essa população de risco ou que apresenta limitação ao esforço mais vigoroso, a fim de minimizar os riscos inerentes à prática com altas cargas, visto que estudos reportam a relação entre baixas intensidades e respostas hemodinâmicas menos expressivas, comparadas com altas intensidades (DOWNS et al., 2014; POTON, POLITO, 2016). Por outro lado, devido à relação direta entre a intensidade com os resultados na força muscular, o exercício resistido realizado com menor intensidade, embora mais seguro, será menos eficiente no aumento crônico da força muscular (HOLM et al., 2008; ACSM, 2009).

Como alternativa aos protocolos tradicionais, pesquisadores verificaram ganhos semelhantes ao treinamento de alta intensidade, em força e hipertrofia, em exercícios com baixas cargas realizados até a fadiga (BURD et al., 2012; MITCHELL et al., 2012; NÓBREGA, LIBARDI, 2016). Porém, esse método de treinamento também pode aumentar a PA de maneira similar ao de alta intensidade, devido à exposição prolongada ao esforço, que implica em maior atividade simpática e metabólica (MACDOUGALL et al., 1985). Outro método que utiliza uma intensidade de carga baixa é a combinação de exercícios resistidos com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) à musculara em esforço. Essa técnica, originalmente denominada como *KAATSU training*, consiste em promover um ambiente de isquemia pela diminuição do aporte sanguíneo para o músculo exercitado, por meio da aplicação de um dispositivo de compressão (manguito de pressão sanguínea, tiras elásticas ou *cuff*) (LOENNEKE et al., 2010).

Estudos conduzidos nas duas últimas décadas apontaram para a eficiência do treinamento com RFS, resultando em desenvolvimento de força e

massa muscular de maneira similar aos protocolos tradicionais de alta intensidade (SHINOHARA et al., 1998; TAKARADA et al., 2000a; YASUDA et al., 2005; YASUDA et al., 2010; KIM et al., 2017). Tal efeito é atribuído principalmente ao elevado estresse metabólico que a RFS provoca, visto que a tensão mecânica, outro mecanismo primário associado ao crescimento muscular, tem participação mínima nesse tipo de exercício pelo seu caráter de trabalho em baixa intensidade (PEARSON, HUSSAIN, 2014; TEIXEIRA et al., 2017). Ao estresse metabólico, está relacionada a ativação de uma série de mecanismos secundários de crescimento muscular, como produção hormonal sistêmica, ativação de fibras de contração rápida e síntese proteica via ativação da mTOR (LOENNEKE et al., 2010). Estudos de Takarada et al. (2000b), Reeves et al. (2006) e Manini et al. (2012) reportaram níveis de hormônio do crescimento em resposta ao exercício com RFS de baixa intensidade iguais ou ainda maiores que os verificados em exercícios de alta intensidade sem RFS. O padrão de recrutamento das fibras musculares também parece responder de maneira peculiar ao exercício com RFS, cuja condição de isquemia favorece maior participação de fibras de contração rápida mesmo com a utilização de cargas baixas (LOENNEKE, PUJOL, 2009).

A estratégia de treinamento com RFS, então, se mostra particularmente interessante para algumas populações específicas, como idosos ou populações clínicas, uma vez que proporciona baixo impacto articular e contribui evitando quadros de atrofia muscular (KARABULUT et al., 2010; ROSSOW et al., 2011; SCOTT et al., 2015; STAUNTON et al., 2015).

Takano et al. (2005) e Bunevicius et al. (2016) concluíram em seus estudos que essa técnica seria adequada também para a reabilitação em casos de doença cardíaca. Nesse sentido, Downs et al. (2014) apontam o treinamento resistido com RFS como um método seguro para indivíduos saudáveis, entretanto, sugere que mais avaliações seriam necessárias antes de prescrever o mesmo método para indivíduos com função cardíaca comprometida. As respostas hemodinâmicas ao exercício com RFS em indivíduos jovens e idosos foram testadas por Vieira et al. (2013), que encontraram magnitudes de respostas semelhantes entre os dois grupos, contrariando a hipótese de que idosos apresentariam respostas mais expressivas comparados aos jovens. Da mesma forma, na comparação entre os protocolos de exercício com e sem RFS de alta intensidade, em indivíduos saudáveis, Brandner et al. (2015) encontraram respostas

hemodinâmicas similares. Por outro lado, Pinto e Polito (2016) verificaram respostas hemodinâmicas e cardiovasculares mais elevadas no exercício com RFS quando comparado ao exercício tradicional de alta intensidade em uma amostra de hipertensos.

O efeito hipotensivo após uma sessão de exercício com RFS também foi verificado por Moriggi Jr. et al. (2015) e Maior et al. (2015) que concluíram por seus resultados que essa técnica é tão eficiente em produzir um efeito hipotensivo significativo quanto o exercício tradicional com altas cargas, ambos com uma amostra de normotensos. Em mulheres hipertensas e sedentárias, Araújo et al. (2014) encontraram efeito hipotensivo em resposta a uma única sessão de exercícios com RFS, mas não verificaram a mesma resposta ao exercício tradicional com alta carga.

Após um período de treinamento resistido de seis semanas com indivíduos saudáveis, Fahs et al. (2012) e Ozaki et al. (2013) não encontraram diferença significativa nos valores de PAS e PAD de repouso comparados às medidas pré-treinamento, tanto para o exercício com RFS quanto para o tradicional com alta carga. Entretanto, no estudo de Ozaki et al. (2013) houve um aumento na PAS após o período de treinamento para o grupo de exercício tradicional com alta carga, atribuído pelos autores à diminuição da complacência arterial, também verificada neste grupo, sendo que tais resultados não foram verificados no grupo de exercícios com RFS.

Essa inconsistência entre os resultados encontrados aponta para a grande variação nas técnicas de aplicação do método com RFS, que diferem, por exemplo, quanto ao tipo de *cuff* utilizado para a restrição (material e tamanho), pressão aplicada durante a restrição, valor de oclusão arterial, percentual da PA e circunferência do membro exercitado (LOENNEKE et al., 2012). Outros aspectos metodológicos a serem considerados são a duração da RFS e o protocolo de exercícios resistidos adotado (volume e intensidade), além de considerações sobre a escolha dos exercícios e frequência de realização (FAHS et al., 2013).

A combinação desses fatores tem influência direta sobre as respostas hemodinâmicas, principalmente a PA e, dado o potencial de aplicação do método com RFS em populações clínicas, cresceu nos últimos anos a preocupação em avaliar de forma mais eficiente as respostas cardiovasculares a esse método, ressaltar a importância de sua aplicação de forma segura, a fim de estabelecer

bases científicas que deem suporte à prescrição para populações de risco (DOWNS et al., 2014; BRANDNER et al., 2015). Os efeitos do treinamento resistido com RFS sobre variáveis hemodinâmicas foram observados em uma revisão sistemática conduzida por Neto et al. (2016). Abrangendo 21 estudos, o trabalho conclui que o método de RFS pode ser considerado seguro para populações especiais, inclusive pacientes cardíacos, apesar do aumento nas respostas hemodinâmicas verificado entre os estudos incluídos. Os autores destacam a variação encontrada nos resultados e a atribuem à falta de padronização nos protocolos de treinamento com RFS. Entretanto, nesse estudo não foi aplicado o tratamento meta-analítico, o qual permite uma análise integrada dos resultados dos estudos selecionados na revisão sistemática, possibilitando identificar potenciais variáveis do exercício/treinamento associadas às respostas de pressão arterial tanto agudas quanto crônicas.

Devido o enfoque que as primeiras pesquisas sobre esse método deram aos resultados em ganho de força e hipertrofia, a maior parte dos trabalhos se voltaram para esse desfecho e seus mecanismos, e as respostas hemodinâmicas agudas e suas implicações crônicas foram pouco caracterizadas (STAUNTON et al., 2015). Portanto, os estudos envolvendo o comportamento da PA ainda são inconsistentes em relação ao delineamento metodológico utilizado. Nesse sentido, uma revisão sistemática da literatura, conduzida por meio de critérios definidos e robustos de busca e seleção de referências, pode auxiliar na compreensão do comportamento hemodinâmico tanto durante o exercício com RFS (efeito agudo) quanto após um período de treinamento (efeito crônico). Adicionalmente, a aplicação do modelo meta-analítico permitirá uma análise integrada dos resultados dos estudos selecionados na revisão sistemática, e possibilitará identificar potenciais variáveis do exercício/treinamento associadas às respostas hemodinâmicas tanto agudas quanto crônicas.

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos do exercício resistido com RFS nas respostas de pressão arterial agudas e crônicas e, por meio da meta-análise, identificar variáveis associadas.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Para seleção dos estudos os critérios de inclusão adotados foram: estudos originais na língua inglesa; estudos exclusivamente com seres humanos; indivíduos adultos (>18 anos) de ambos os sexos, saudáveis, hipertensos ou cardiopatas; ter grupo ou sessão com exercício resistido tradicional, além do exercício com RFS (para os estudos de respostas agudas); ter delineamento randomizado e controlado (para os estudos de respostas crônicas); descrição do treinamento resistido (frequência e duração); relação volume/intensidade nos exercícios (tipo, repetições, séries e carga); descrição da restrição de fluxo sanguíneo (*cuff*, duração e valor). Para os estudos de resposta aguda, foi exigida a medida de PA em repouso e durante ou após o exercício. Para os estudos de efeito crônico, foi exigida a medida da PA de repouso tanto antes quanto após o treinamento.

Como critérios de exclusão foram adotados: estudos que envolviam somente crianças/adolescentes (<18 anos) ou idosos (>60 anos); uso de medicamentos betabloqueadores; indivíduos com outras enfermidades além das descritas nos critérios de inclusão.

### 2.2 BASES DE DADOS E ESTRATÉGIA DE BUSCA

As buscas foram conduzidas nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *SPORTDiscus*, sem determinação de data inicial, até 31 de dezembro de 2017. Foi definida a combinação de termos *Medical Subject Headings* (MeSH) com termos livres associados às palavras-chave “exercício resistido”, “restrição de fluxo sanguíneo” e “variáveis hemodinâmicas”, resultando na seguinte estratégia de busca para a base de dados PubMed:

((Resistance Training[MeSH Terms] OR Exercise[MeSH Terms] OR Muscle Strength[MeSH Terms] OR Torque[MeSH Terms] OR Training Resistance OR Strength Training OR Training Strength OR Weight-Lifting Strengthening Program OR Strengthening Program Weight-Lifting OR Strengthening Programs Weight-Lifting

OR Weight Lifting Strengthening Program OR Weight-Lifting Strengthening Programs OR Weight-Lifting Exercise Program OR Exercise Program Weight-Lifting OR Exercise Programs Weight-Lifting OR Weight Lifting Exercise Program OR Weight-Lifting Exercise Programs OR Weight-Bearing Strengthening Program OR Strengthening Program Weight-Bearing OR Strengthening Programs Weight-Bearing OR Weight Bearing Strengthening Program OR Weight-Bearing Strengthening Programs OR Weight-Bearing Exercise Program OR Exercise Program Weight-Bearing OR Exercise Programs Weight-Bearing OR Weight Bearing Exercise Program OR Weight-Bearing Exercise Programs OR Resistance Training[Title/Abstract] OR Exercise[Title/Abstract] OR Muscle Strength[Title/Abstract] OR Muscle Development[Title/Abstract] OR Torque[Title/Abstract] OR Strength[Title/Abstract] OR Exercise training[Title/Abstract] OR Weight lifting[Title/Abstract] OR Strength exercise[Title/Abstract] OR Strength training[Title/Abstract]) AND (Blood flow restriction[Title/Abstract] OR Vascular occlusion[Title/Abstract] OR Kaatsu[Title/Abstract] OR Blood occlusion[Title/Abstract] OR Blood flow restricted[Title/Abstract] OR Blood flow occlusion[Title/Abstract] OR Venous restriction[Title/Abstract] OR Restricted blood flow[Title/Abstract] OR Restricted venous blood flow[Title/Abstract]) AND (blood pressure[Title/Abstract] OR hemodynamics[Title/Abstract] OR endothelium[Title/Abstract] OR vascular[Title/Abstract] OR arterial stiffness[Title/Abstract] OR arterial compliance[Title/Abstract] OR endothelial[Title/Abstract] OR "vascular stiffness" OR "vascular stiffness" OR "arterial stiffness" OR "arterial compliance" OR "artery stiffness" OR "pulse wave analysis"[Mesh] OR "pulse wave analysis" OR "pulse wave velocity" OR ("compliance"[mesh] AND vascular) OR ("compliance"[mesh] AND artery) OR ("compliance"[mesh] AND arterial) OR (compliance AND vascular) OR (compliance AND artery) OR (compliance AND arterial) OR ("Elasticity"[Mesh] AND vascular) OR ("Elasticity"[Mesh] AND artery) OR ("Elasticity"[Mesh] AND arterial) OR ("elasticity" AND vascular) OR ("elasticity" AND artery) OR ("elasticity" AND arterial) OR "vascular reactivity"))

### 2.3 EXTRAÇÃO DOS DADOS DOS ESTUDOS

Os dados sobre fonte dos estudos, delineamento metodológico, qualidade dos estudos, fator de impacto da revista, tamanho e características da amostra, protocolo de RFS, protocolo de exercícios e resultados das intervenções com relação à PA foram obtidos por dois autores de forma independente. Dúvidas foram solucionadas por discussão presencial. Os dados foram extraídos e inseridos em uma planilha Excel especialmente criada para essa finalidade.

## 2.4 DESFECHOS

O principal desfecho do estudo foi o comportamento da PA durante o exercício resistido com RFS, após o exercício ou decorrente de um período de treinamento. Para isso, foram consideradas apenas os valores de PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD). As variáveis relacionadas ao treinamento foram: tipo de *cuff* utilizado (*Kaatsu*, manguito tradicional ou manguito adaptado), pressão do *cuff* (<100 mmHg, 120-150 mmHg, >150 mmHg), RFS durante o exercício (mantida ou intermitente), aparelho da medida da pressão arterial (fotopletismografia, auscultatório ou oscilométrico), estado clínico (saudável ou hipertenso), estado de treinamento (ativo ou sedentário) e massa muscular (membro inferior, membro superior ou ambos). Para os estudos que mediram a pressão arterial durante o exercício, foi identificado o momento da medida (durante o exercício, 1ª série, 2ª série, 3ª série e 4ª série). Para os estudos que mediram a pressão arterial após o exercício, o momento da medida foi <30 min ou 30-60 min pós-esforço.

As variáveis relacionadas à execução do exercício (número de exercícios, número de séries, número de repetições, intervalo de recuperação e carga) foram transformadas para apenas uma variável denominada *work-rest ratio* (PAULO et al., 2017). O *work-rest ratio* (WRR) foi calculado por meio da equação:

$$WRR = [(S_1 \times R_1 \times L_1) + (S_2 \times R_2 \times L_2) + \dots + (S_n \times R_n \times L_n)] \div \text{soma dos intervalos de recuperação. Onde: S=número de séries; R=número de repetições; L=carga; n=número de exercícios realizados}$$

A avaliação da qualidade dos estudos foi realizada de maneira independente utilizando a escala TESTEX (SMART et al., 2015).

## 2.5 RISCO DE VIÉS DOS ESTUDOS

O efeito de viés de publicação foi verificado por meio da análise em *funnel plot* com correção *trim and fill* de *Duval e Tweedie*.

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos dados foi realizada no programa *Comprehensive Meta-Analysis* (CMA, versão 2.2.064, Biostat, NJ, USA), com nível de significância para  $P < 0.05$ . O desfecho principal foi a mudança da PA durante o exercício (efeito agudo), após o exercício (efeito hipotensivo) e após o período de treinamento (efeito crônico), com dados representados em média e desvio-padrão (DP). Os dados foram calculados utilizando o modelo de efeito randômico e o tamanho do efeito foi calculado como diferença da média utilizando os dados do exercício com RFS e do exercício tradicional (controle), por meio da equação:  $[(\text{exercício RFS } n - 1) \times \text{exercício RFS DP}^2 + (\text{exercício tradicional } n - 1) \times \text{exercício tradicional DP}^2] \div (\text{exercício RFS } n + \text{exercício tradicional } n - 2)]^{1/2}$ . Posteriormente, o erro padrão será calculado por  $[(1 \div \text{exercício RFS } n) + (1 \div \text{exercício tradicional } n)]^{1/2} \times \text{DP combinado}$ . Nos casos em que o estudo apresentou erro padrão, o DP foi calculado multiplicando o valor do erro padrão pela raiz quadrada do  $n$  amostral. Para explicar a variabilidade nos tamanhos de efeito para o desfecho investigado será aplicada análise com possíveis variáveis moderadoras, usando a meta-regressão.

Para análises de subgrupos foram incluídos: momento da medida (durante o exercício vs. 1ª série vs. 2ª série vs. 3ª série vs. 4ª série – apenas para os estudos que mediram a pressão arterial durante o exercício), momento da medida (<30 min vs. 30-60 min. – apenas para os estudos que mediram a pressão arterial após o exercício), tipo de *cuff* utilizado (*Kaatsu* vs. manguito tradicional vs. manguito adaptado), pressão do *cuff* (<100 mmHg vs. 120-150 mmHg vs. >150 mmHg), RFS durante o exercício (mantida vs. intermitente), aparelho da medida da pressão arterial (fotopletismografia vs. auscultatório vs. oscilométrico), estado clínico (saudável vs. hipertenso), estado de treinamento (ativo vs. sedentário) e massa muscular (membro inferior vs. superior vs. ambos). Potenciais diferenças foram testadas usando o teste Q baseado na ANOVA.

As variações na pressão arterial tanto durante quanto após o exercício em relação ao WRR foram tratadas por meta-regressão.

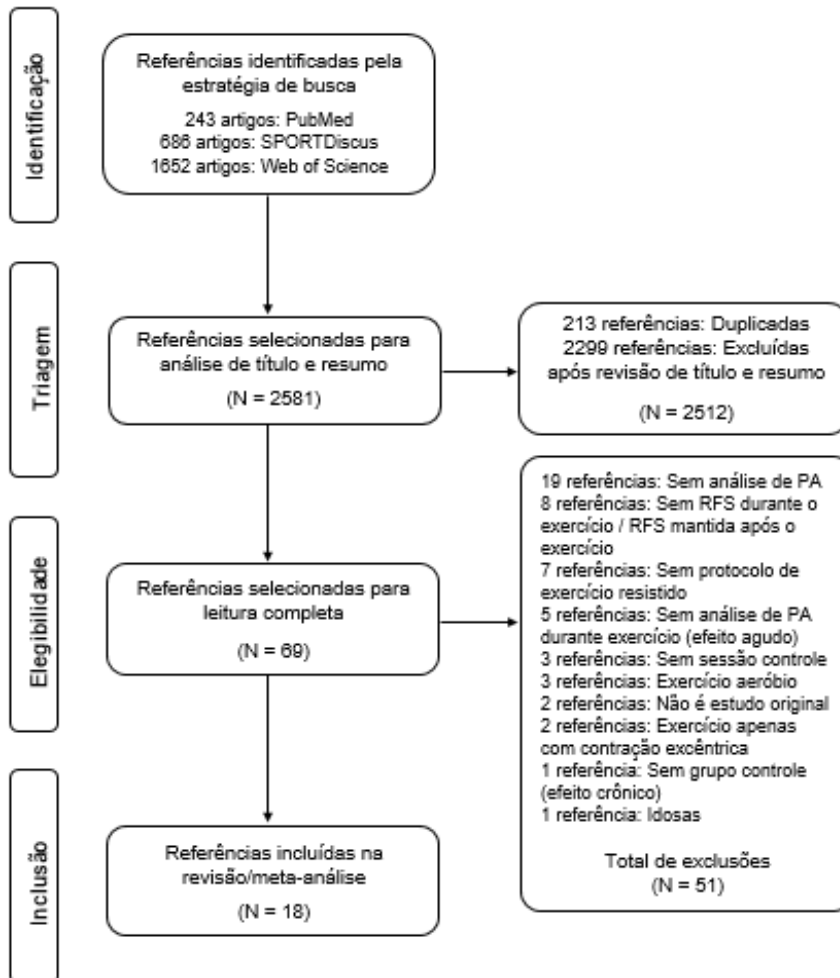
A estatística  $Q$  foi calculada para verificar se o grau de similaridade nos efeitos observados foi significativo e, na sequência, convertida em medida padronizada de homogeneidade (estatística  $I^2$ ) para avaliar o nível de heterogeneidade da amostra incluída, onde: Valores entre 25 e 50% representam baixa inconsistência; Valores entre 50 e 75%, e >75% representam moderada e alta heterogeneidade.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

As buscas resultaram em 243 referências na base *Pubmed*, 686 referências na base *SPORTDiscus* e 1652 referências na base *Web of Science*, totalizando 2581 referências, das quais 2512 foram excluídas após revisão de título e resumo ou por duplicidade, resultando em 69 referências selecionadas para leitura completa. Após a exclusão de 51 referências, de acordo com os critérios adotados, 18 referências foram incluídas na revisão sistemática (**Figura 1**).

**Figura 1:** Fluxograma dos estudos incluídos na revisão sistemática.



### 3.2 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

A descrição geral dos estudos incluídos está descrita na **Tabela 1** e **Tabela 2**. Para o efeito agudo, 11 estudos (TAKANO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2014; DOWNS et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; POTON, POLITO, 2015; STAUNTON et al., 2015; BUNEVICIUS et al., 2016; PINTO, POLITO, 2016; POTON, POLITO, 2016; LIBARDI et al., 2017; MAY et al., 2017) foram publicados entre 2005 e 2017 e envolveram 150 sujeitos (86 homens; 40 mulheres; 24 não identificados). A amostra foi composta por normotensos em 9 estudos (TAKANO et al., 2005; DOWNS et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; POTON, POLITO, 2015; STAUNTON et al., 2015; BUNEVICIUS et al., 2016; POTON, POLITO et al., 2016; LIBARDI et al., 2017; MAY et al., 2017), totalizando 124 sujeitos (86 homens; 14 mulheres; 24 não identificados) e por hipertensos em dois estudos (ARAÚJO et al., 2014; PINTO, POLITO, 2016), com um total de 26 mulheres. Cinco estudos (DOWNS et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; POTON, POLITO, 2015; POTON, POLITO, 2016; MAY et al., 2017) tiveram a amostra fisicamente ativa (68 sujeitos), em outros cinco estudos (TAKANO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2014; STAUNTON et al., 2015; PINTO, POLITO, 2016; LIBARDI et al., 2017) a amostra foi composta por pessoas sedentárias (58 sujeitos) e um estudo (BUNEVICIUS et al., 2016) foi realizado com atletas amadores (24 sujeitos). Dois estudos tiveram um delineamento randomizado (ARAÚJO et al., 2014; BUNEVICIUS et al., 2016), outros dois estudos tiveram um delineamento *crossover* (TAKANO et al., 2005; MAY et al., 2017) e sete estudos empregaram um delineamento randomizado *crossover* (DOWNS et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; POTON, POLITO, 2015; STAUNTON et al., 2015; PINTO, POLITO, 2016; POTON, POLITO, 2016; LIBARDI et al., 2017). A PA foi medida pelo método auscultatório em três estudos (BRANDNER et al., 2015; STAUNTON et al., 2015; BUNEVICIUS et al., 2016), pelo método oscilométrico em dois estudos (ARAÚJO et al., 2014; MAY et al. 2017) e pela fotopletismografia nos demais estudos (TAKANO et al., 2005; DOWNS et al. 2014; POTON, POLITO, 2015; PINTO, POLITO, 2016; POTON, POLITO, 2016; LIBARDI et al. 2017). A pressão de RFS variou entre 75 e 195 mmHg em oito estudos (TAKANO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2014; POTON, POLITO, 2015; STAUNTON et al., 2015; BUNEVICIUS et al., 2016; PINTO, POLITO, 2016; POTON, POLITO, 2016; LIBARDI et al., 2017); dois estudos (BRANDNER et al., 2015; MAY et al., 2017) utilizaram 80% da PAS; e um estudo

(DOWNS et al., 2014) utilizou 1,3 vezes o valor da PAS de repouso. A largura do *cuff* variou de 33 a 180 mm, sendo que um estudo utilizou o dispositivo *Kaatsu* (TAKANO et al., 2005), quatro estudos utilizaram o manguito tradicional de medida da PA (DOWNS et al., 2014; STAUNTON et al., 2015; POTON, POLITO, 2016; LIBARDI et al., 2017) e cinco estudos utilizaram manguito adaptado (ARAÚJO et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; POTON, POLITO, 2015; PINTO, POLITO, 2016; MAY et al., 2017). O tipo de *cuff* utilizado não foi especificado no estudo de Bunevicius et al. (2016). Em um estudo (BUNEVICIUS et al., 2016) a RFS foi liberada nos intervalos entre as séries de exercícios, enquanto que nos demais estudos a restrição foi mantida durante toda a sessão de exercício. Quanto ao protocolo de exercícios resistidos, somente um estudo (BRANDNER et al., 2015) utilizou exercícios para membros superiores. Nove estudos (TAKANO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; POTON, POLITO, 2015; STAUNTON et al., 2015; PINTO, POLITO, 2016; POTON, POLITO, 2016; LIBARDI et al., 2017; MAY et al., 2017) tiveram apenas um exercício realizado; um estudo (DOWNS et al., 2014) utilizou dois exercícios e um estudo (BUNEVICIUS et al., 2016) utilizou três exercícios. Para a realização dos exercícios, foram feitas de 3-4 séries, 8-15 repetições, intervalo de recuperação de 20-90 segundos e carga de 20-40% 1RM. Em três estudos (TAKANO et al., 2005; DOWNS et al., 2014; LIBARDI et al., 2017) cada série foi realizada até a exaustão (falha na execução do movimento).

Para os estudos de efeito sub-agudo, um total de nove estudos (FAHS et al., 2011; FIGUEROA, VICIL, 2011; ROSSOW et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; MAIOR et al., 2015; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015; POTON, POLITO, 2016) publicados entre 2011 e 2016 utilizaram uma amostra de 129 sujeitos (103 homens; 26 mulheres). Seis estudos (FAHS et al., 2011; FIGUEROA, VICIL, 2011; ROSSOW et al., 2011; MAIOR et al., 2015; MORIGGI JR. et al., 2015; POTON, POLITO, 2016) foram conduzidos com normotensos (67 homens; 12 mulheres), dois estudos (BRANDNER et al., 2015; NETO et al., 2015) não identificaram o estado clínico da amostra (36 homens) e um estudo (ARAÚJO et al., 2014) foi realizado com hipertensos (14 mulheres). Oito estudos (FAHS et al., 2011; FIGUEROA, VICIL, 2011; ROSSOW et al., 2011; BRANDNER et al., 2015; MAIOR et al., 2015; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015; POTON, POLITO, 2016) classificaram a amostra como fisicamente ativa (115 pessoas), enquanto o estudo de Araújo et al. (2014) classificou a amostra como

sedentária (14 pessoas). O estudo de Araújo et al. (2014) utilizou delineamento randomizado, enquanto os demais estudos utilizaram o delineamento randomizado *crossover*. Para a medida da PA, sete estudos utilizaram o método oscilométrico (FAHS et al., 2011; FIGUEROA, VICIL, 2011; ROSSOW et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014; MAIOR et al., 2015; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015), um estudo utilizou o método auscultatório (BRANDNER et al., 2015) e um estudo realizou a aferição por meio de fotopletismografia (POTON, POLITO, 2016). A PA após o exercício foi medida entre 1-6 vezes, e os momentos de verificação ocorreram entre 5 e 60 minutos após o término das sessões de exercícios. A RFS durante o exercício variou entre 61 e 200 mmHg em oito (FAHS et al., 2011; FIGUEROA, VICIL, 2011; ROSSOW et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014; MAIOR et al., 2015; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015; POTON, POLITO, 2016) e um estudo (BRANDNER et al., 2015) utilizou 80% da PAS. A largura dos *cuffs* variou entre 50 e 180 mm, sendo que quatro estudos utilizaram manguito tradicional de medida da PA (FIGUEROA, VICIL, 2011; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015; POTON, POLITO, 2016), três estudos utilizaram manguito adaptado (ARAÚJO et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; MAIOR et al., 2015) e dois estudos (FAHS et al., 2011; ROSSOW et al., 2011) utilizaram o dispositivo *Kaatsu*. A RFS foi mantida durante todo o exercício em cinco estudos (FAHS et al., 2011; ROSSOW et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014; MAIOR et al., 2015; POTON, POLITO, 2016), liberada nos intervalos de recuperação entre as séries em três estudos (FIGUEROA, VICIL, 2011; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015) e um estudo (BRANDNER et al., 2015) utilizou ambas as estratégias. Quanto aos grupamentos musculares exercitados, cinco estudos tiveram apenas exercícios para membros inferiores (FAHS et al., 2011; FIGUEROA, VICIL, 2011; ROSSOW et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014; POTON, POLITO, 2016), três estudos somente para membros superiores (BRANDNER et al., 2015; MAIOR et al., 2015; MORIGGI JR. et al., 2015) e um estudo (NETO et al., 2015) utilizou exercícios para o corpo todo. Quatro estudos utilizaram apenas um exercício (ARAÚJO et al., 2014; BRANDNER et al., 2015; MAIOR et al., 2015; POTON, POLITO, 2016), quatro estudos utilizaram quatro exercícios (FAHS et al., 2011; ROSSOW et al., 2011; MORIGGI JR. et al., 2015; NETO et al., 2015) e um estudo utilizou dois exercícios (FIGUEROA, VICIL, 2011). As sessões de exercícios foram realizadas com 3-4 séries, 6-15 repetições, 30-150 segundos de intervalo de recuperação e carga entre

20-40% 1RM. Em dois estudos (FIGUEROA, VICIL, 2011; MAIOR et al., 2015) cada série foi realizada até a exaustão (falha na execução do movimento).

Apenas um estudo foi identificado para o efeito crônico (FAHS et al., 2012). Foram incluídos 46 homens normotensos e fisicamente ativos. A pressão de RFS foi de 160 mmHg e os autores utilizaram o dispositivo *Kaatsu* para a aplicação da RFS, a qual foi mantida durante a toda a sessão de exercício. O método de aferição da PA foi oscilométrico. Foram realizados 6 exercícios em cada sessão, envolvendo tanto membros superiores quanto inferiores, porém com a RFS aplicada apenas nos membros inferiores. A duração do treinamento foi de seis semanas (3 vezes por semana), três séries, 10-30 repetições, intervalo de recuperação de 60 s e intensidade 20% de 1RM. Nesse estudo, os autores utilizaram mais dois grupos de treinamento tradicional com intensidade moderada (45-50% de 1RM) e alta (intensidade 50-70% de 1RM).

Com relação à qualidade dos estudos, a escolha da escala TESTEX se justifica pelo seu desenvolvimento voltado especificamente para uso em estudos com exercícios e treinamento físico, visto que até então as ferramentas de avaliação da qualidade de ensaios randomizados controlados se voltavam para a intervenção clínica. A pontuação dos estudos incluídos nesta revisão variou de 6 a 9, de um total de 15 pontos possíveis. Em seis critérios da escala não houveram pontuações: critério 2 - se uma descrição do método de aleatorização foi relatado; critério 5 - se foi declarado inequivocamente que o avaliador de pelo menos um desfecho primário foi cegado à alocação de grupos; critério 6 - se eventos adversos foram relatados; critério 7 - se foi realizada análise por intenção de tratar para os desfechos de interesse; critério 10 - se foram apresentados dados de nível de atividade física do grupo controle; critério 11 - se a carga foi ajustada durante o exercício para manter a intensidade constante.

**Tabela 1:** Características gerais dos estudos incluídos na revisão (análise aguda da RFS sobre a PA)

Estudo	Fator de Impacto	Escala TESTEX	Delineamento	Características da amostra	Grupos/sessões investigados	Protocolo de exercício			Protocolo de RFS			PA	
						Exercício	Séries x Repetições	Intervalo de recuperação	Pressão aplicada (mmHg)	RFS entre séries	Tipo de cuff	Momento da aferição	Método de aferição
Takano et al. (2005)	2.328	7	Crossover	9 homens; Sedentários; 34 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM)	Extensão de perna	4 x fadiga	20 s	160-180	Mantida	kaatsu	Pré-exercício; Durante o exercício	Fotopleiometria
Fahs et al. (2011)	2.328	7	Randomizado, crossover	11 homens; Ativos (recreacional); 28 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (70% 1RM)	Leg press; Flexão de joelho; Extensão de joelho; Flexão plantar	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS e IB); 4 x 10 (IA)	30 s (IB-RFS e IB); 1 min (IA)	200	Mantida	kaatsu	Pré-exercício; 15 min. pós-exercício; 45 min. pós-exercício	Oscilométrico
Figueroa e Vicil (2011)	3.025	9	Randomizado, crossover	11 homens, 12 mulheres; Ativos; 22 anos	IB-RFS (40% 1RM); IB (40% 1RM); SE	Flexão de joelho; Extensão de joelho	3 x fadiga	1 min	100	Liberada	Manguito tradicional	Pré-exercício; Pós-exercício; 30 min. pós-exercício	Oscilométrico
Rossow et al. (2011)	1.869	7	Randomizado, crossover	10 homens; Ativos (recreacional); 28 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (70% 1RM)	Leg press; Flexão de joelho; Extensão de joelho; Flexão plantar	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS e IB); 4 x 10 (IA)	30 s (IB-RFS e IB); 1 min (IA)	200	Mantida	kaatsu	Pré-exercício; 30 min. pós-exercício; 60 min. pós-exercício	Oscilométrico
Araújo et al. (2014)	0.770	8	Randomizado	14 mulheres; Hipertensas; Sedentárias; 45 anos	IB-RFS (30% 1RM, N = 7); IA (80% 1RM, N = 7).	Extensão de joelho	3 x 15	45 s	80% da oclusão arterial total	Mantida	Manguito adaptado	Pré-exercício; Série 1; Série 2; Série 3; 15, 30, 45 e 60 min. pós-exercício	Oscilométrico
Downs et al. (2014)	4.041	8	Randomizado, crossover	5 homens, 8 mulheres; Ativos; 31,8 anos	IB-RFS baseada na PAS (20% 1RM); IB-RFS baseada na PAD (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (80% 1RM)	Leg press; Flexão plantar	3 x fadiga	1,5 min	146 (IB-RFS PAS); 95 (IB-RFS PAD)	Mantida	Manguito tradicional	Pré-exercício; Durante o exercício	Fotopleiometria
Brandner et al. (2015)	3.025	8	Randomizado, balanceado, crossover	12 homens; Ativos (recreacional); 23 anos	IB-RFS (contínua - 20% 1RM); IB-RFS (intermitente - 20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (80% 1RM)	Rosca bíceps	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS e IB); 4 x 6-8 (IA)	30 s (IB-RFS e IB); 2,5 min (IA)	91 (IB-RFS contínua); 151 (IB-RFS interm.)	Mantida (IB-RFS contínua); Liberada (IB-RFS interm.)	Manguito adaptado	Pré-exercício; Série 2; Série 4; 5, 20, 40 e 60 min. pós-exercício.	Auscultatório

Tabela 1: (Continuação ...)

Estudo	Fator de Impacto	Escala TESTEX	Delineamento	Características da amostra	Grupos/sessões investigados	Protocolo de exercício			Protocolo de RFS			PA	
						Exercício	Séries x Repetições	Intervalo de recuperação	Pressão aplicada (mmHg)	RFS entre séries	Tipo de cuff	Momento da aferição	Método de aferição
Maior et al. (2015)	1.978	6	Randomizado, crossover	15 homens; Ativos (recreacional); 23,4 anos	IB-RFS (40% 1RM); IA (80% 1RM).	Rosca bíceps	3 x fadiga	1 min (IB-RFS); 2 min (IA)	109,4	Mantida	Manguito adaptado	Pré-exercício; Pós-exercício; 10, 20, 30, 40, 50 e 60 min. pós-exercício	Oscilométrico
Moriggi Jr. et al. (2015)	1.135	7	Randomizado, crossover	8 homens; Ativos; 23,8 anos	IB-RFS (20% 1RM); IA (70% 1RM)	Rosca bíceps; Supino fechado; Rosca Scott; Extensão de cotovelo	3 x 15 (IB-RFS); 3 x 10 (IA)	1 min	61	Liberada	Manguito tradicional	Pré-exercício; Pós-exercício; 10, 20, 30, 40, 50 e 60 min. pós-exercício	Oscilométrico
Neto et al. (2015)	1.978	7	Randomizado, crossover	24 homens; Ativos (recreacional); 21,8 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (80% 1RM); Sem exercício	Rosca bíceps; Extensão de cotovelo; Extensão de joelho; Flexão de joelho	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS e IB); 4 x 8 (IA)	30 s (IB-RFS e IB); 2 min (IA)	93,75 (membros superiores); 108,75 (membros inferiores)	Liberada	Manguito tradicional	Pré-exercício; Pós-exercício; 10, 20, 30, 40, 50 e 60 min. pós-exercício	Oscilométrico
Poton e Polito (2015)	1.111	7	Randomizado, crossover	11 homens, 6 mulheres; Ativos; 24,3 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (80% 1RM)	Leg press	3 x 15 (IB-RFS e IB); 3 x 8 (IA)	45 s (IB-RFS e IB); 1 min (IA)	144,2	Mantida	Manguito adaptado	Pré-exercício; Série 1; Série 2; Série 3	Fotopletismografia
Staunton et al. (2015)	2.328	8	Randomizado, balanceado, crossover	11 homens; Sedentários; 22 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM)	Leg press	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep.	1 min	99	Mantida	Manguito tradicional	Pré-exercício; Durante o exercício	Auscultatório
Bunevicius et al. (2016)	-	7	Randomizado	24 atletas (amadores); N = 12 (IB-RFS), N = 12 (IB); 22,5 anos	IB-RFS (40% MCV); IB (40% MCV)	Flexão plantar (3 exercícios)	3 x 8	30 s	120	Mantida	-	Pré-exercício; Série 1; Série 2; Série 3	Auscultatório
Pinto e Polito (2016)	1.869	8	Randomizado, crossover	12 mulheres; Hipertensas; Sedentárias; 57 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (65% 1RM)	Leg press	3 x 15 (IB-RFS e IB); 3 x 8 (IA)	30 s (IB-RFS e IB); 1 min (IA)	195,8	Mantida	Manguito adaptado	Pré-exercício; Série 1; Série 2; Série 3; Pós-exercício	Fotopletismografia

Tabela 1: (Continuação ...)

Estudo	Fator de Impacto	Escala TESTEX	Delineamento	Características da amostra	Grupos/sessões investigados	Protocolo de exercício			Protocolo de RFS			PA	
						Exercício	Séries x Repetições	Intervalo de recuperação	Pressão aplicada (mmHg)	RFS entre séries	Tipo de cuff	Momento da aferição	Método de aferição
Poton e Polito (2016)	1.869	7	Randomizado, crossover	12 homens; Treinados em força; 23,4 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (80% 1RM)	Extensão de joelho	3 x 15 (IB-RFS e IB); 3 x 8 (IA)	45 s (IB-RFS e IB); 1 min (IA)	167,9	Mantida	Manguito tradicional	Pré-exercício; Série 1; Série 2; Série 3; Pós-exercício; 10 min. pós-exercício	Fotopletoislografia
Libardi et al. (2017)	2.528	7	Randomizado, crossover	12 homens; Destreinados; 20 anos	IB-RFS (30% 1RM); IB (30% 1RM); IA (80% 1RM)	Leg press	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS); 4 x fadiga (IB e IA)	1 min	75,8	Mantida	Manguito tradicional	Pré-exercício; Série 1; Série 2; Série 3; Série 4	Fotopletoislografia
May et al. (2017)	-	7	Balaceado, crossover	14 homens; Ativos (recreacional); 22 anos	IB-RFS (20% 1RM); IB (20% 1RM); IA (80% 1RM)	Leg press	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS e IB); 4 x 8 (IA)	1 min	80% da PAS repouso	Mantida	Manguito adaptado	Pré-exercício; Durante o exercício	Oscilométrico

PA: Pressão arterial; RFS: Restrição de fluxo sanguíneo; IB: Intensidade baixa; IB-RFS: Intensidade baixa com restrição de fluxo sanguíneo; IM: Intensidade moderada; IA: Intensidade alta; IA-RFS: Intensidade alta com restrição de fluxo sanguíneo; SE: Sem exercício.

**Tabela 2:** Características gerais dos estudos incluídos na revisão (análise crônica da RFS sobre a PA)

Estudo	Fator de Impacto	Escala TESTEX	Delineamento	Características da amostra	Grupos/sessões investigados	Duração da intervenção	Protocolo de exercício			Protocolo de RFS			PA	
							Exercício	Séries x Repetições	Intervalo de recuperação	Pressão aplicada (mmHg)	RFS entre séries	Tipo de cuff	Momento da aferição	Método de aferição
Fahs et al. (2012)	1.869	7	Randomizado	46 homens; Ativos (recreacional); N = 10 (IB-RFS), 21 anos; N = 9 (IM), 21 anos; N = 12 (IA), 21 anos; N = 15 (Sem exerc.), 23 anos	IB-RFS (20% 1RM); IM (45% 1RM); IA (70% 1RM); SE	6 semanas; 3x/semana	Extensão de joelho; Flexão de joelho	4 séries - 30, 15, 15, 15 rep. (IB-RFS); 3 x 15 (IM); 3 x 10 (IA)	1 min	160 (início do treinam.); 200 (final do treinam.)	Mantida	<i>kaatsu</i>	Pré-treinam.; Pós treinam.	Oscilométrico

PA: Pressão arterial; RFS: Restrição de fluxo sanguíneo; IB-RFS: Intensidade baixa com restrição de fluxo sanguíneo; IM: Intensidade moderada; IA: Intensidade alta; SE: Sem exercício.

### 3.3 CÁLCULO DOS *EFFECT SIZE*

A **Tabela 3** mostra os *effect size* (ES) da PAS e PAD durante o exercício resistido de alta intensidade ( $\geq 60\%$  1RM) comparado com o exercício resistido com RFS. Para a PAS, não houve diferença significativa entre o exercício resistido de alta intensidade e o exercício resistido com RFS. Para a PAD, a ANOVA Q-test identificou diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre o exercício de alta intensidade (ES=5,53) e o exercício com RFS (ES=17,84). Também foi verificada diferença significativa ( $P = 0,02$ ) entre o exercício de alta intensidade (ES=48,12) e o exercício com RFS (ES=27,41) durante a 1ª série.

A **Tabela 4** mostra os *effect size* da PAS e PAD durante o exercício resistido de baixa carga ( $< 60\%$  1RM) comparado com o exercício resistido com RFS. Para a PAS, a ANOVA Q-test mostrou diferença significativa entre o exercício resistido de baixa carga e o exercício resistido com RFS para a execução de membros superiores (ES=19,41 vs 42,23;  $P = 0,02$ ), pessoas hipertensas (ES=48,05 vs 69,83;  $P = 0,03$ ), método auscultatório (ES=16,48 vs 27,78;  $P = 0,02$ ) e indivíduos treinados (ES=22,36 vs 32,30;  $P = 0,02$ ). Para a PAD, também foram observadas diferenças entre o exercício resistido de baixa carga e o exercício resistido com RFS para a execução de membros superiores (ES=19,09 vs 33,88;  $P < 0,01$ ), pessoas hipertensas (ES=28,37 vs 43,66;  $P = 0,04$ ), método auscultatório (ES=11,08 vs 24,47;  $P = 0,02$ ) e indivíduos treinados (ES=17,54 vs 24,47;  $P = 0,03$ ). Também foi verificada diferença ( $P = 0,04$ ) na medida durante o exercício, com maior valor para o exercício com RFS (ES=19,54) em relação ao exercício com baixa carga (ES=12,38).

A meta-regressão foi conduzida com os todos os valores do exercício resistido com RFS (**Figura 2**) e do exercício tradicional (**Figura 3**). Em ambos os casos, houve associação significativa apenas para a PAS e o WRR. Dessa forma, no exercício com RFS ( $slope = 50,55$ ;  $P = 0,03$ ), cada unidade de aumento do WRR ocasiona um aumento no ES da PAS de 50,55 mmHg. Para o exercício tradicional ( $slope = 30,77$ ;  $P = 0,02$ ), cada unidade de aumento no WRR significa um aumento no ES da PAS de 30,77.

A **Tabela 5** mostra a comparação dos ES da PAS e PAD pós-esforço entre o exercício resistido (alta e baixa carga) comparado com o exercício resistido com RFS. Para a PAS, houve diferença significativa na medida ocorrida entre 30 e 60 min ( $P = 0,02$ ), nos exercícios realizados com membros superiores ( $P = 0,02$ ) e com

amostra hipertensa/sedentária ( $P<0,01$ ). Para a PAD, houve diferença significativa na análise do efeito geral ( $P=0,01$ ), na medida entre 30 e 60 min após o exercício ( $P=0,03$ ), nos exercícios com membros superiores ( $P<0,01$ ) e com amostra normotensa/treinada ( $P=0,01$ ).

A meta-regressão (**Figuras 4, 5 e 6**) mostrou associação significativa para o exercício com RFS entre o WRR e a PAS (*slope* 0,09;  $P<0,01$ ) e PAD (*slope* 0,08;  $P<0,01$ ) e para o exercício resistido tradicional entre o WRR e a PAD (*slope* -0,11;  $P<0,01$ ). Nesse sentido, cada unidade de aumento do WRR no exercício com RFS está associada a um aumento da pressão sistólica e diastólica de 0,09 e 0,08 mmHg respectivamente. Por outro lado, cada unidade de aumento do WRR no exercício resistido tradicional se associa com a redução da pressão diastólica de 0,11 mmHg.

Não foi possível analisar o efeito crônico no exercício resistido com RFS sobre a PA, uma vez que apenas um estudo com tal característica foi incluído nesta revisão sistemática.

#### 3.4 ANÁLISE DE VIÉS DE PUBLICAÇÃO

O viés de publicação foi avaliado examinando o *funnel plot* de erro padrão *versus effect size*, no qual não foi observada assimetria.

**Tabela 3:** Pressão arterial sistólica e diastólica durante exercício tradicional de alta carga ( $\geq 60\%$  1RM) e exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo.

	Pressão Arterial Sistólica <i>Effect size</i> (95% IC)				Pressão Arterial Diastólica <i>Effect size</i> (95% IC)			
	N ( <i>trials</i> )	Exercício resistido com alta carga (mmHg)	Exercício resistido com RFS (mmHg)	ANOVA Q-test	Exercício resistido com alta carga (mmHg)	Exercício resistido com RFS (mmHg)	ANOVA Q-test	
Efeito geral	23	49,59 (40,48 a 58,70); $I^2=96,60$ ; P para heterogeneidade<0,01	45,53 (36,48 a 54,57); $I^2=95,54$ ; P para heterogeneidade<0,01	NS	46,24 (37,82 a 54,66); $I^2=98,04$ ; P para heterogeneidade<0,01	36,82 (28,49 a 45,15); $I^2=96,43$ ; P para heterogeneidade<0,01	NS	
<b>Medidas do exercício</b>								
Durante o exercício*	3	21,98 (16,45 a 27,51)	27,90 (21,59 a 34,20)	NS	5,53 (2,68 a 8,38)	17,84 (14,58 a 21,11)	<0,01	
1ª série	5	43,78 (25,30 a 62,26)	32,39 (14,09 a 50,69)	NS	48,12 (35,80 a 60,44)	27,41 (15,42 a 39,40)	0,02	
2ª série	7	52,12 (35,99 a 68,26)	47,93 (31,94 a 63,92)	NS	50,86 (37,75 a 63,97)	40,80 (28,03 a 53,58)	NS	
3ª série	5	56,12 (31,82 a 80,42)	57,09 (32,99 a 81,18)	NS	58,80 (37,28 a 78,89)	45,90 (25,21 a 66,58)	NS	
4ª série	3	71,03 (47,95 a 94,11)	58,83 (36,03 a 81,63)	NS	54,86 (25,46 a 84,26)	46,02 (16,79 a 75,24)	NS	
<b>Massa muscular</b>								
Membros superiores	4	30,27 (11,11 a 49,44)	25,69 (11,12 a 40,25)	NS	30,58 (25,84 a 35,31)	33,89 (29,63 a 38,16)	NS	
Membros inferiores	19	56,99 (45,27 a 68,71)	52,73 (43,89 a 61,57)	NS	49,58 (39,88 a 59,28)	37,22 (27,61 a 46,82)	NS	
<b>Estado clínico</b>								
Hipertensos	6	31,05 (14,17 a 47,92)	49,97 (33,04 a 66,91)	NS	30,91 (19,89 a 41,92)	26,68 (15,73 a 37,63)	NS	
Normotensos	17	55,08 (44,68 a 65,47)	44,19 (33,91 a 54,47)	NS	51,84 (41,56 a 62,11)	40,27 (30,12 a 50,41)	NS	
<b>Aferição da pressão arterial</b>								
Auscultatória	4	48,20 (28,62 a 67,79)	42,34 (27,49 a 56,99)	NS	30,57 (25,84 a 35,31)	33,89 (29,63 a 38,16)	NS	
Fotopleetismografia	15	66,78 (56,38 a 77,19)	58,76 (51,13 a 66,39)	NS	40,22 (30,06 a 50,39)	43,97 (35,34 a 52,60)	NS	
Oscillométrica	4	13,49 (-1,56 a 28,54)	18,49 (7,38 a 29,60)	NS	25,89 (13,53 a 38,24)	12,11 (1,24 a 24,46)	NS	
<b>Condição física</b>								
Sedentários	10	61,18 (44,70 a 77,65)	57,60 (44,18 a 71,02)	NS	30,87 (15,70 a 46,03)	38,22 (26,53 a 49,91)	NS	
Treinados	13	42,90 (30,19 a 55,62)	38,22 (27,82 a 48,62)	NS	37,23 (27,00 a 47,46)	35,72 (25,56 a 45,88)	NS	

<b>Tipo de cuff</b>							
Manguito adaptado	14	-	48,22 (36,61 a 59,83)	-	-	34,40 (24,86 a 43,94)	-
Manguito tradicional	9	-	42,37 (29,90 a 54,84)	-	-	40,49 (30,17 a 50,81)	-
<b>Pressão do cuff</b>							
<100 mmHg	7	-	53,32 (41,27 a 65,36)	-	-	42,29 (32,24 a 52,33)	-
120-150 mmHg	4	-	55,18 (39,54 a 70,82)	-	-	47,45 (34,12 a 60,77)	-
>150 mmHg	8	-	57,14 (45,94 a 68,36)	-	-	39,16 (29,73 a 48,59)	-
<b>RFS entre as séries</b>							
Liberada	2	-	47,48 (17,33 a 77,62)	-	-	39,81 (14,93 a 64,65)	-
Mantida	21	-	45,33 (36,60 a 54,07)	-	-	36,51 (28,95 a 44,07)	-

\* Sem especificação da série de medida; IC = Intervalo de confiança; NS = Não significativo; RFS = Restrição de fluxo sanguíneo.

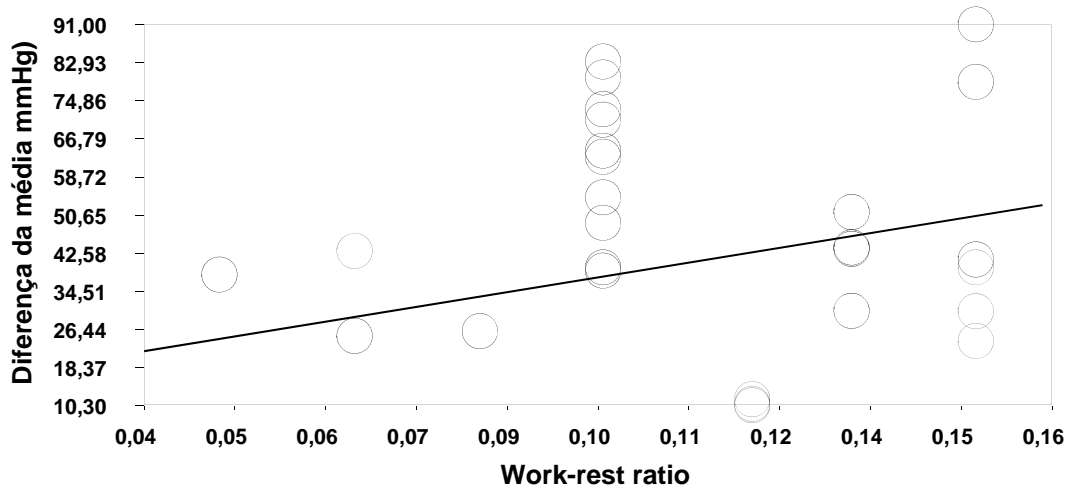
**Tabela 4:** Pressão arterial sistólica e diastólica durante exercício tradicional de baixa carga (<60% 1RM) e exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo.

	Pressão Arterial Sistólica <i>Effect size</i> (95% IC)				Pressão Arterial Diastólica <i>Effect size</i> (95% IC)		
	N ( <i>trials</i> )	Exercício resistido com baixa carga (mmHg)	Exercício resistido com RFS (mmHg)	ANOVA Q-test	Exercício resistido com baixa carga (mmHg)	Exercício resistido com RFS (mmHg)	ANOVA Q-test
Efeito geral	26	34,66 (23,07 a 44,61); I <sup>2</sup> =95,35; P para heterogeneidade<0,01	42,28 (31,20 a 53,35); I <sup>2</sup> =98,59; P para heterogeneidade<0,01	NS	26,23 (20,75 a 32,91) I <sup>2</sup> =97,58; P para heterogeneidade<0,01	28,12 (23,65 a 34,33) I <sup>2</sup> =95,15; P para heterogeneidade<0,01	NS
<b>Medidas do exercício</b>							
Durante o exercício*	5	23,20 (1,59 a 44,81)	37,33 (14,73 a 59,23)	NS	14,71 (8,32 a 18,78)	20,49 (15,37 a 23,51)	P=0,04
1ª série	5	37,30 (16,97 a 56,34)	32,55 (11,88 a 52,47)	NS	27,27 (13,44 a 40,99)	23,56 (9,05 a 37,55)	NS
2ª série	7	37,88 (20,11 a 54,12)	44,00 (25,98 a 61,87)	NS	28,21 (10,89 a 45,53)	34,43 (17,11 a 51,83)	NS
3ª série	5	42,15 (23,50 a 62,29)	55,10 (34,76 a 75,78)	NS	32,01 (12,23 a 52,76)	41,24 (19,06 a 60,76)	NS
4ª série	3	34,99 (12,84 a 62,39)	43,17 (17,42 a 68,44)	NS	33,55 (7,36 a 64,25)	36,44 (7,05 a 63,92)	NS
<b>Massa muscular</b>							
Membros superiores	4	19,41 (2,48 a 36,34)	42,23 (25,52 a 58,94)	P=0,02	19,09 (15,39 a 22,79)	33,88 (29,64 a 38,12)	P<0,01
Membros inferiores	22	39,12 (32,26 a 46,48)	41,55 (34,76 a 47,80)	NS	27,19 (22,30 a 35,14)	30,10 (24,20 a 37,74)	NS
<b>Estado clínico</b>							
Hipertensos	3	48,05 (28,16 a 67,94)	69,83 (49,74 a 89,93)	P=0,03	28,37 (16,12 a 40,62)	43,66 (36,08 a 56,24)	P=0,04
Normotensos	23	32,84 (25,37 a 38,31)	38,90 (32,54 a 45,26)	NS	26,91 (20,65 a 33,17)	29,08 (22,82 a 35,34)	NS
<b>Aferição da pressão arterial</b>							
Auscultatória	8	16,48 (9,41 a 23,54)	27,78 (21,70 a 33,87)	P=0,002	11,08 (6,80 a 15,38)	18,40 (13,94 a 22,87)	P=0,02
Fotopletagemografia	16	53,32 (47,94 a 58,69)	57,84 (53,22 a 62,46)	NS	40,77 (32,07 a 49,47)	42,49 (33,81 a 51,18)	NS
Oscillométrica	2	7,05 (-1,82 a 15,97)	10,34 (3,12 a 17,57)	NS	8,10 (4,19 a 12,02)	8,31 (4,31 a 12,32)	NS
<b>Condição física</b>							
Sedentários	9	66,14 (56,83 a 75,45)	64,28 (54,14 a 74,41)	NS	49,50 (34,61 a 64,38)	44,07 (29,23 a 58,90)	NS
Treinados	17	20,14 (15,79 a 27,17)	32,30 (25,88 a 38,72)	P=0,02	17,54 (12,02 a 23,07)	24,47 (20,89 a 30,03)	P=0,03

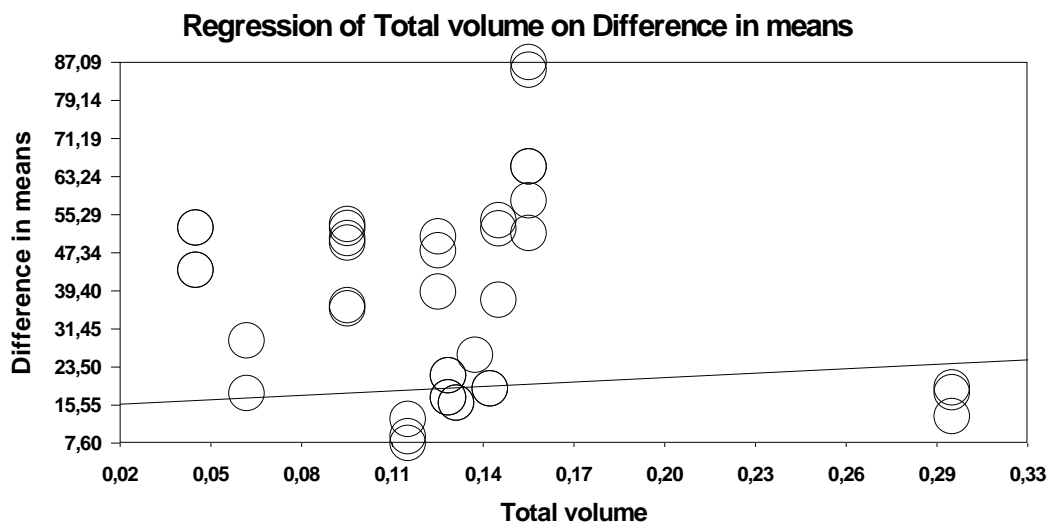
<b>Tipo de cuff</b>							
Manguito adaptado	11	-	52,26 (44,09 a 60,43)	-	-	40,86 (33,53 a 48,19)	-
Manguito tradicional	11	-	39,29 (32,23 a 46,31)	-	-	29,22 (22,84 a 35,60)	-
<b>Pressão do cuff</b>							
<100 mmHg	9	-	35,29 (27,75 a 42,84)	-	-	28,33 (19,95 a 36,71)	-
120-150 mmHg	7	-	34,78 (25,18 a 44,38)	-	-	28,01 (17,14 a 38,88)	-
>150 mmHg	9	-	56,62 (47,76 a 65,48)	-	-	37,09 (27,32 a 46,87)	-
<b>RFS entre as séries</b>							
Liberada	2	-	47,47 (23,82 a 71,12)	-	-	39,81 (15,50 a 64,11)	-
Mantida	24	-	41,34 (34,95 a 47,73)	-	-	29,95 (23,44 a 36,46)	-

\* Sem especificação da série de medida; IC = Intervalo de confiança; NS = Não significativo; RFS = Restrição de fluxo sanguíneo.

**Figura 2:** Meta-regressão do Work-rest ratio sobre a Pressão Arterial Sistólica (diferença da média) no exercício resistido com Restrição de Fluxo Sanguíneo. (Slope 50,55; P=0,03).



**Figure 3:** Meta-regressão do work-rest ratio sobre a pressão arterial sistólica (diferença da média) no exercício resistido tradicional (alta e baixa carga) (Slope 30,77; P=0,02).

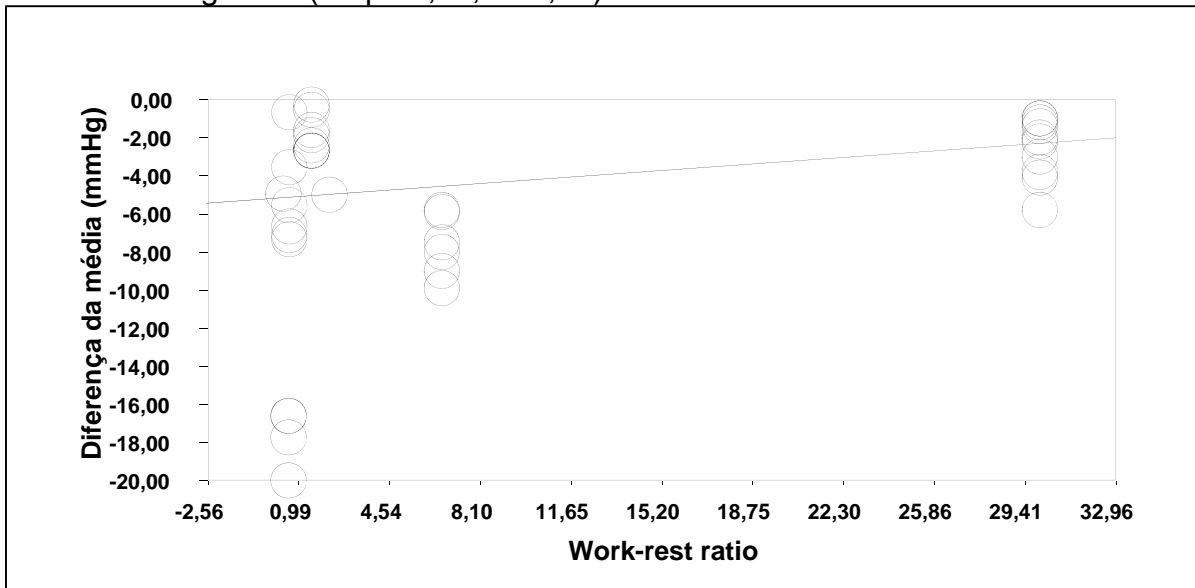


**Tabela 5:** Pressão arterial sistólica e diastólica após exercício resistido tradicional e exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo.

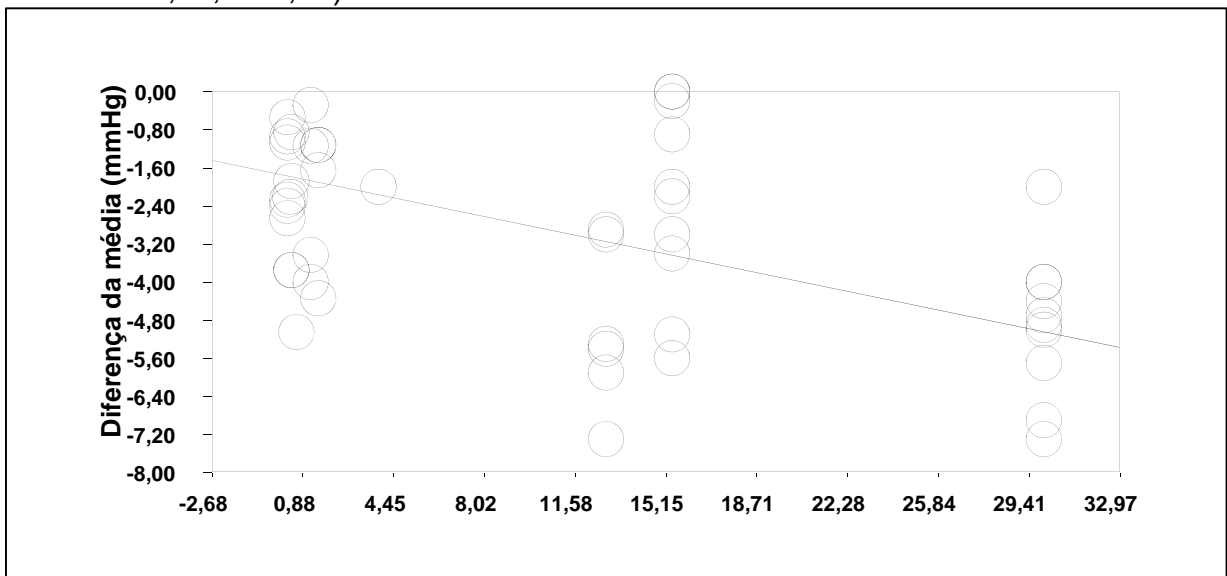
	Pressão Arterial Sistólica <i>Effect size (95% IC)</i>			Pressão Arterial Diastólica <i>Effect size (95% IC)</i>				
	Exercício resistido ( <i>trials</i> )	Exercício resistido com RFS ( <i>trials</i> )	Exercício resistido (mmHg)	Exercício resistido com RFS (mmHg)	ANOVA Q-test	Exercício resistido (mmHg)	Exercício resistido com RFS (mmHg)	ANOVA Q-test
<b>Efeito geral</b>	47	36	-3,43 (-4,19 a -2,68); I <sup>2</sup> =92,50; P para heterogeneidade<0,01	-4,08 (-6,27 a -1,89); I <sup>2</sup> =92,70; P para heterogeneidade<0,01	NS	-3,20 (-4,01 a -2,40); I <sup>2</sup> =85,75; P para heterogeneidade<0,01	-4,76 (-5,73 a -3,79); I <sup>2</sup> =88,57; P para heterogeneidade<0,01	0,01
<b>Medida da pressão arterial</b>								
< 30 min	18	13	-2,98 (-4,01 a -1,95)	-2,90 (-4,40 a -1,39)	NS	-3,46 (-4,95 a -1,98)	-4,78 (-6,64 a -2,91)	NS
30-60 min	29	23	-3,76 (-4,59 a -2,93)	-5,13 (-6,19 a -4,08)	0,02	-3,04 (-4,03 a -2,06)	-4,70 (-5,84 a -3,56)	0,03
<b>Massa muscular</b>								
Membros superiores	14	20	-2,85 (-4,06 a -1,65)	-4,74 (-5,85 a -3,83)	0,02	-1,82 (-3,17 a -0,46)	-5,46 (-6,64 a -4,28)	P<0,01
Membros inferiores	15	10	-3,96 (-5,83 a -2,08)	-4,85 (-7,17 a -2,53)	NS	-2,77 (-3,92 a -1,62)	-2,06 (-3,39 a -0,73)	NS
Ambos (super. e infer.)	12	6	-3,33 (-4,47 a -2,20)	-3,08 (-4,71 a -1,44)	NS	-5,49 (-6,47 a -4,51)	-6,29 (-7,86 a -4,73)	NS
<b>Estado clínico / Condição física</b>								
Hipertensos / Sedentários	4	4	-5,38 (-11,38 a 0,73)	-17,88 (-23,87 a -11,89)	P<0,01	-2,12 (-6,59 a 2,36)	-2,30 (-6,34 a 1,73)	NS
Normotensos / Treinados	43	32	-3,65 (-4,44 a -2,85)	-4,11 (-5,01 a -3,21)	NS	-3,24 (-4,06 a -2,41)	-4,87 (-5,87 a -3,87)	0,01

IC = Intervalo de confiança; NS = Não significativa; RFS = Restrição de fluxo sanguíneo.

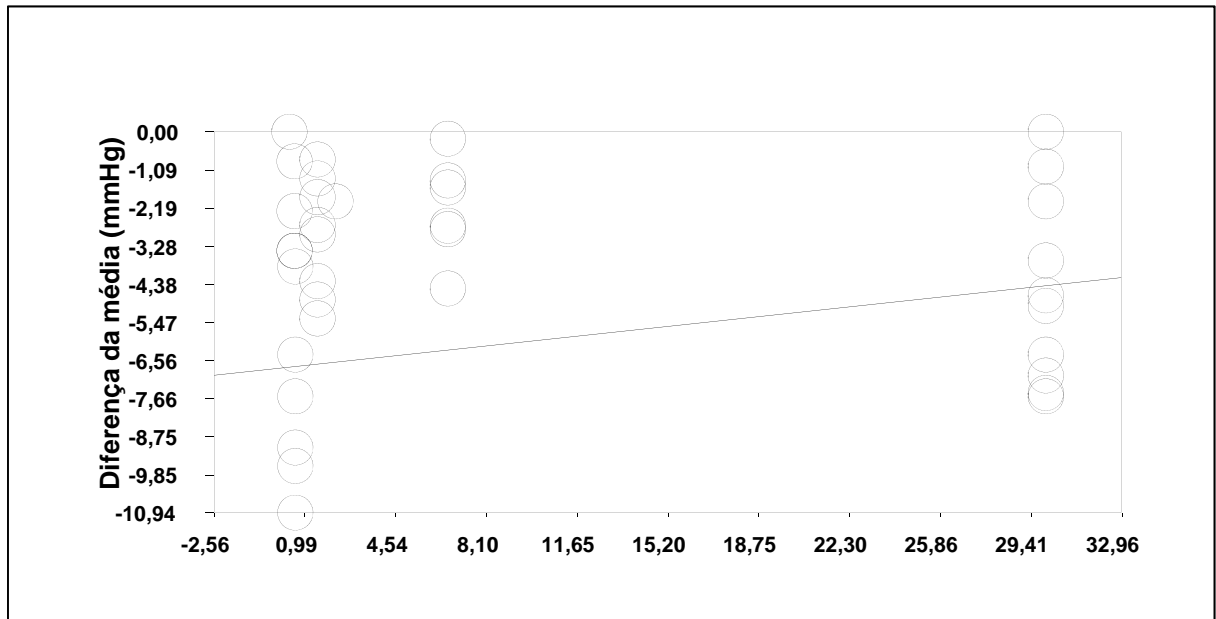
**Figura 4:** Meta-regressão do *work-rest ratio* sobre a pressão arterial sistólica pós-exercício (diferença da média) no exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo (Slope 0,09;  $P < 0,01$ ).



**Figura 5:** Meta-regressão do *work-rest ratio* sobre a pressão arterial diastólica pós-exercício (diferença da média) no exercício resistido tradicional (Slope - 0,11;  $P < 0,01$ ).



**Figura 6:** Meta-regressão do *work-rest ratio* sobre a pressão arterial diastólica pós-exercício (diferença da média) no exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo (Slope 0,08;  $P < 0,01$ ).



## 4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi revisar a literatura e aplicar o modelo meta-analítico para verificar diferenças na PA entre o exercício resistido tradicional e o exercício resistido com RFS. Nossos dados mostraram que o exercício resistido com RFS: 1) não apresentou diferença para a PAS durante o esforço quando o exercício tradicional é realizado com carga  $\geq 60\%$  1RM. Porém, apresentou maiores valores de PAD; 2) apresentou maiores valores de PAS e PAD durante o esforço, comparado com o exercício resistido tradicional com baixa carga ( $<60\%$  1RM); 3) apresentou menores valores de PAS e PAD pós-esforço em relação ao exercício tradicional.

O exercício com RFS se caracteriza pela redução ou interrupção do fluxo sanguíneo direcionado a um grupo muscular durante o esforço. A diminuição da oferta de oxigênio associado à contração muscular proporciona um ambiente altamente metabólico, o qual eleva a atividade aferente do reflexo pressor do exercício, ocasionando aumento na atividade nervosa simpática e, conseqüentemente, na PA (SPRANGER et al., 2015). Nesse contexto, o exercício com RFS pode desencadear uma elevação nas respostas cardiovasculares pela restrição do sangue *per se*. No presente estudo, verificamos que a PAS aumentou durante o exercício com RFS na mesma magnitude que o exercício tradicional com carga  $\geq 60\%$  1RM. Assim, mesmo com carga leve, o exercício com RFS tem o mesmo potencial de aumento da PAS que o exercício tradicional com carga elevada. Porém, independentemente do aumento da PA em função da RFS, outras variáveis poderiam se associar com esse comportamento, como por exemplo o número de repetições. O número de repetições na intervenção com RFS é frequentemente maior que no exercício tradicional, chegando a um total de 75 repetições em uma única sessão de exercícios (BRANDNER et al., 2015; MAY et al., 2017), enquanto no exercício tradicional o número de repetições é em torno de 60 repetições em uma sessão (BRANDNER et al., 2015). O maior número de repetições representa maior tempo de exposição ao esforço e, conseqüentemente, maior valor de PA (GJOVAAG et al., 2016). O intervalo de recuperação também é uma variável que possui associação inversa com a PA durante o exercício (CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010). Ou seja, menores intervalos se associam com maiores valores de PA. Nesse sentido, os intervalos de recuperação foram, no geral, menores entre as sessões de

exercícios com RFS em comparação com o exercício tradicional (**Tabela 1**). Porém, um estudo recente com amostra hipertensa, verificou que com o mesmo número de repetições, cadência de execução e intervalo de recuperação, o exercício com RFS (20% 1RM) aumentou a PA em relação ao exercício tradicional com carga de 65% 1RM (Pinto et al., 2018). Dessa forma, pelo menos em pessoas hipertensas, a RFS durante o exercício pode ser a variável que ocasiona maior aumento na PA. Além disso, todos os estudos envolvidos na comparação com o exercício tradicional de alta carga mantiveram a RFS durante toda a sessão, inclusive nos intervalos de recuperação. Dessa forma, mesmo na ausência da contração muscular, a resistência vascular periférica pode permanecer elevada, contribuindo para o aumento da PAD.

A comparação do exercício com RFS e o exercício tradicional de baixa carga apresentou diferenças para a PAS e PAD em relação aos exercícios realizados com membros superiores, amostra hipertensa, método de medida auscultatório e sujeitos treinados. Para a subgrupo de exercícios realizados com membros superiores, essa análise foi feita com os dados de apenas um estudo (BRANDNER et al., 2015), o que dificulta o estabelecimento de relações com os demais aspectos metodológicos associados às respostas hemodinâmicas. Além disso, a metodologia adotada nesse estudo incluiu duas estratégias distintas de exercícios com RFS, além do exercício tradicional de baixa carga. A RFS foi usada de forma contínua com pressão média de 91 mmHg, e de forma intermitente com pressão média de 151 mmHg. Dessa forma, não se pode afirmar se o aumento da PA durante o exercício com RFS tem, de fato, alguma relação com o grupamento muscular envolvido no esforço.

Com relação aos indivíduos hipertensos, a amostra analisada ainda tinha por característica o sedentarismo. A condição da amostra, aparentemente, está mais associada ao aumento da PA em resposta à RFS. De acordo com Spranger et al. (2015), hipertensos apresentam uma atividade do nervo simpático elevada, mesmo em repouso. Esses indivíduos possuem, também, uma disfunção dos barorreceptores e dos mecanorreceptores – principais mecanismos de regulação da função cardiovascular durante o exercício. Quando associada ao desajuste desses dois mecanismos, a RFS pode promover uma atividade exacerbada do nervo simpático e conseqüente elevação anormal da PA, mesmo com utilização de cargas baixas no exercício. Contudo, novamente apenas um estudo foi incluído nessa

análise (PINTO e POLITO, 2016), o que impede maiores comentários sobre a relação entre aumento da PA e estado clínico da amostra.

Entre as técnicas de aferição, apenas a auscultatória mostrou diferença na PA. O comportamento similar da PA nos demais métodos analisados (oscilométrico e fotopletoislografia) aponta para as características específicas do método auscultatório como importante fator que contribuiu para os resultados encontrados. A imprecisão do método auscultatório, comparado aos modelos de aferição automatizados, é apontada por Campbell et al. (2005), que descreve alguns possíveis fatores limitantes à técnica como: uso de equipamentos imprecisos, falta de treinamento adequado e inexperiência dos avaliadores, falta de uso de técnicas padronizadas e preparação inadequada dos indivíduos (amostra). Independentemente disso, o método auscultatório é incapaz de realizar simultaneamente as medidas de PAS e PAD. Nesse contexto, a medida da PAD ocorre vários segundos após a medida da PAS, impossibilitando um registro de ambos os valores de PA no mesmo momento de exigência fisiológica (POLITO, FARINATTI, 2003). Por outro lado, o método oscilométrico mede a PA de forma muito parecida com o método auscultatório, uma vez que o equipamento depende inicialmente da identificação do valor sistólico para medir posteriormente o valor diastólico (PICKERING et al., 2005). Dessa forma, tanto o método auscultatório quanto oscilométrico não seria adequado para medir a PA durante o esforço. Porém, algumas diferenças metodológicas foram identificadas nos estudos que utilizaram o método auscultatório incluídos na análise. No estudo de Brandner et al (2015), por exemplo, as medidas de PA resultaram da média entre duas aferições (*baseline* e após o exercício), e para cada momento durante o exercício foi realizada uma medida, conduzida pelo mesmo avaliador, no membro oposto ao de realização do exercício (flexão de cotovelo unilateral). Os demais estudos (STAUNTON et al., 2015; BUNEVICIUS et al., 2016) não relataram se, para cada momento, a medida foi tomada uma ou mais vezes, ou se foram tomadas por um ou mais avaliadores. Dessa forma, entendemos que as diferenças identificadas no método auscultatório podem estar associadas às limitações do método em questão.

Para a amostra treinada, também houve diferença estatística entre os dois modelos de exercício. Esses indivíduos têm uma regulação autonômica mais eficiente como adaptação à prática regular de exercícios resistidos (FU, LEVINE, 2013), o que ajuda a explicar a elevação menos expressiva da PA no exercício

tradicional com baixa carga. Entretanto, a estimulação da RFS sobre a função simpática ajuda a explicar os valores significativamente maiores da PA durante os exercícios com a restrição (SPRANGER et al., 2015). Dessa forma, a RFS parece ter sido a variável para ocasionar um aumento significativo da PAS e PAD nos sujeitos treinados, mostrando que esse modelo de exercício pode ocasionar maior estresse cardiovascular que o exercício tradicional com baixa carga. Por outro lado, não houve diferença na PAS e PAD entre os modelos de exercício para sujeitos sedentários, ilustrando que ambos os modelos de exercício elevam a PA em pessoas com tal condição física. Cabe ressaltar, contudo, que os indivíduos hipertensos foram incluídos na amostra sedentária e a disfunção autonômica que esses indivíduos apresentam, em função de seu estado clínico, pode estar relacionada aos aumentos nos valores de PA mesmo nos exercícios sem RFS.

No presente estudo, a análise de meta-regressão mostrou associação positiva e significativa entre o WRR e a PAS, tanto para o exercício com RFS quanto para o exercício resistido tradicional. Por compreender em uma única variável os parâmetros nos quais o exercício se baseia (carga, séries, repetições e intervalo de recuperação), o WRR pode ser usado como um importante marcador de estresse ao exercício resistido, constituindo um importante parâmetro para as estratégias em que se busca atenuar os efeitos sobre a PA sem limitar os potenciais benefícios do exercício (PAULO et al., 2017). Esse fato é particularmente importante em nosso trabalho, dada a grande variedade que os protocolos de exercícios dos estudos incluídos apresentam e a imprecisão que os resultados teriam caso se optasse pelas análises separadas por parâmetros específicos do exercício. A magnitude do aumento da PAS em função do WRR durante o exercício foi maior com a RFS. Dessa forma, o aumento isolado ou simultâneo de variáveis como número de séries, número de repetições e quantidade de exercícios e/ou a redução do intervalo de recuperação podem repercutir diretamente no comportamento da PAS durante o esforço. Esse resultado evidencia a necessidade de maior cautela no ajuste das variáveis do exercício realizado com RFS e monitoramento das respostas da PA durante a execução.

Em relação ao comportamento da PA após o exercício, o exercício com RFS apresentou menores valores de PAS que o exercício tradicional na medida ocorrida entre 30 e 60 min, nos exercícios realizados com membros superiores e em amostra hipertensa/sedentária. Para a PAD, também houve redução no exercício

com RFS na medida entre 30 e 60 min e nos exercícios com membros superiores, mas, diferentemente da PAS, a hipotensão teve maior magnitude em amostra normotensa/treinada. Esses resultados concordam parcialmente com dados sobre o efeito hipotensivo pós-exercício resistido tradicional, no qual a PAS tende a se reduzir em medidas próximas de 60 min pós-esforço e em sujeitos hipertensos. Porém, curiosamente, a massa muscular de membros superiores influenciou a queda da PAS e da PAD pós-exercício; e a PAD foi menor após o exercício com RFS em relação ao exercício tradicional em sujeitos normotenso/treinados. A relação da hipotensão pós-exercício com a massa muscular de membros superiores pode ser explicada pelo procedimento de medida da PA, o qual foi realizado também nos membros superiores. Isso significa que a medida da PA pode ter sido influenciada por alterações locais de reperfusão sanguínea decorrentes de um período de restrição de sangue. Ou seja, após a liberação do fluxo sanguíneo, ocorre a hiperemia reativa, traduzida como aumento do fluxo sanguíneo mediada por vasodilatadores endotélio-dependentes (TSCHAKOVSKY et al, 2004). Esse aumento exagerado no fluxo sanguíneo, tende a se reduzir em alguns segundos, mas ainda pode ficar elevado por vários minutos (MOUSER et al., 2017). O aumento do fluxo sanguíneo representa redução na resistência vascular e pode implicar na redução da PA. Isso foi verificado em um estudo no qual houve hipotensão após o exercício resistido com conseqüente aumento do fluxo sanguíneo (BRITO et al., 2014). Nesse contexto, a RFS de membros superiores pode ter influenciado um aumento do fluxo sanguíneo local nessa região após o exercício, o qual refletiu na medida da PA.

Em relação à amostra hipertensa, apenas quatro *trials* foram analisados provenientes de um único estudo (ARAÚJO et al., 2014). Isso pode ter influenciado os resultados, limitando maiores discussões sobre essa questão. Diferentemente do que ocorreu na amostra hipertensa/sedentária, a maioria dos estudos com indivíduos normotensos/treinados utilizou mais de um exercício em seus métodos, o que implicou também em maior tempo de RFS. Como já citado, a aplicação da RFS pode influenciar diretamente a resistência vascular periférica ocasionando, nesse caso, maior redução na PAD nos sujeitos treinados após o exercício com RFS.

Para o exercício com RFS, a meta-regressão mostrou associação positiva entre o WRR e a PAS e PAD. Ou seja, o aumento do WRR se relacionou com o aumento na PA pós-exercício. Esse fato sugere que um maior esforço total do

exercício com RFS pode dificultar a hipotensão pós-exercício. Há de se considerar, porém, que isso é um dado estatístico, sendo necessários estudos que utilizem diferentes abordagens de volume e intensidade para confirmar tais achados. Em contrapartida, a associação do WRR com a PAD foi negativa para o exercício resistido tradicional. Dessa forma, quanto maior o WRR, menor seria o valor da PAD após o exercício. Porém, não se conhece qual valor ótimo de volume e intensidade que poderia potencializar a hipotensão após o exercício resistido tradicional, e uma carga exagerada de treinamento para reduzir a PA pós-esforço ainda não é recomendada na literatura.

Para além dos resultados aqui apresentados, é importante destacar algumas limitações do presente estudo. Primeiramente, não utilizamos estudos não publicados ou não controlados por editores (como teses e dissertações), denominados de “literatura cinza”. Entendemos que tais dados poderiam alterar os resultados estatísticos. Isso se justifica porque estudos com resultados não significativos ou negativos tendem a não ser publicados (HOPEWELL et al., 2009). Por outro lado, a revisão pelos pares pode identificar limitações metodológicas as quais impactariam na qualidade dos estudos e, conseqüentemente, nos respectivos resultados. Outra questão é que nenhum estudo forneceu dados sobre a correlação *inter-trials*, ou seja, a correlação entre os valores dos *trials* do exercício com RFS e tradicional. Nesse contexto, atribuímos valor de 0,50 para todos os *trials*, mas entendemos que correlações diferentes poderiam modificar os resultados aqui apresentados. Outra questão é o cálculo do WRR. Utilizamos essa variável para analisar simultaneamente o impacto de carga, séries, repetições, exercícios e intervalo de recuperação em relação ao desfecho. Porém, o tempo de tensão não foi relatado pelos estudos e, por isso, não foi considerado no cálculo. Mais ainda, a RFS não foi inserida na equação do WRR e sua influência nesse cálculo permanece desconhecida.

## 5. CONCLUSÃO

De maneira aguda, o exercício com RFS resultou em maiores valores de PAD, comparado ao exercício resistido tradicional de alta carga. Também foram verificados maiores valores de PAS e PAD em resposta ao exercício com RFS, comparado ao exercício tradicional de baixa carga. Exercícios realizados com membros superiores, bem como indivíduos hipertensos, aparentemente, apresentam maiores respostas de PA durante o exercício com RFS. Entretanto, o número reduzido de estudos com enfoque nessas variáveis dificulta a discussão e o estabelecimento de associações mais robustas entre essa estratégia de exercícios e as respostas da PA mediadas pelas variáveis citadas. O principal achado sobre o efeito hipotensivo do exercício com RFS foi verificado nos momentos de 30 a 60 minutos após o exercício. O WRR se associou significativamente com o aumento da PAS durante o exercício, tanto no exercício com RFS quanto no exercício tradicional, e com a diminuição da PAD após o exercício apenas com o exercício resistido tradicional. Os achados do presente estudo apontam para a necessidade de maiores investigações da estratégia de RFS tendo como principal desfecho o comportamento da PA e controle das variáveis do exercício que podem influenciar suas respostas, especialmente no que diz respeito às respostas crônicas a esse tipo de exercício, cuja análise não foi possível devido a apenas um estudo ter sido identificado nesta revisão sistemática. Por fim, a prescrição de exercícios com RFS deve ser feita com cautela, especialmente quando um maior controle da PA durante o exercício for necessário.

## REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine. GARBER, C.E.; BLISSMER, B.; DESCHENES M.R.; FRANKLIN, B.A.; LAMONTE M.J.; LEE, I.; NIEMAN, D.C., SWAIN, D.P. Position Stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 43(7):1334-1359, 2011.

ACMS. American College of Sports Medicine. RATAMESS, N.A.; ALVAR, B.A.; EVETECH, T.K.; HOUSH, T.J.; KIBLER, B.W.; KRAEMER, W.J.; TRIPLETT, T.N. Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 41(3):687-708, 2009.

AHA. American Heart Association. POLLOCK, M.L.; FRANKLIN, B.A.; BALADY, G.J.; CHAITMAN, B.L.; FLEG, J.L.; FLETCHER, B.; LIMACHER, M.; PIÑA, I.L.; STEIN, R.A.; WILLIAMS, M.; BAZZARRE, T. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease benefits, rationale, safety, and prescription an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*. 101(7):828-33, 2000.

AHA. American Heart Association. THOMPSON, P.D.; FRANKLIN, B.A.; BALADY, G.J.; BLAIR, S.N.; CORRADO. D.; MARK ESTES III, N.A.; FULTON, J.E.; GORDON, N.F.; HASKELL, W.L.; LINK, M.S.; MARON, B.J.; MITTLEMAN, M.A.; PELLICCIA, A.; WENGER, N.K.; WILLICH, S.N.; COSTA, F. Exercise and acute cardiovascular events: Placing the risks into perspective: A scientific statement from the American Heart Association council on nutrition, physical activity, and metabolism and the council on clinical cardiology. *Circulation*. 115:2358-2368, 2007.

ARAÚJO, J.P.; SILVA, E.D.; SILVA, J.C.G.; SOUZA, T.S.P; LIMA, E.O.; GUERRA, I.; SOUSA, M.S.C. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *Journal of Human Kinetics*. 43:79-85, 2014.

BAKKER, E.A.; LEE, D.; SUI, X.; ARTERO, E.G.; RUIZ, J.R.; EIJSVOGELS, T.M.H.; LAVIE, C.J.; BLAIR, S.N. Association of resistance exercise, independent of and combined with aerobic exercise, with the incidence of metabolic syndrome. *Mayo Clinic Proceedings*. 92(8):1214-1222, 2017.

BRANDNER, C.R.; KIDGELL, D.J.; WARMINGTON, S.A. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 25(6):770-7, 2015.

BRITO, A.F.; OLIVEIRA, C.V.C.; BRASILEIRO-SANTOS, M.S.; SANTOS, A.C. Resistance exercise with different volumes: blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly. *Clinical Interventions in Aging*. 9:2151-8, 2014.

BUNEVICIUS, K.; SUJETA, A.; PODERIENE, K.; ZACHARIENE, B.; SILINSKAS, V.; MINKEVICIUS, R.; PODERYS, J. Cardiovascular response to bouts of exercise with blood flow restriction. *Journal of Physical Therapy Science*. 28(12):3288-3292, 2016.

BURD, N.A.; MITCHELL, C.J.; CHURCHWARD-VENNE, T.A.; PHILLIPS, S.M. Bigger weights may not beget bigger muscles: evidence from acute muscle protein synthetic responses after resistance exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 37(3):551-4, 2012.

CAMPBELL, N.R.C.; CONRADSON, H.E.; KANG, J.; BRANT, R.; ANDERSON, T. Automated assessment of blood pressure using BpTRU compared with assessments by a trained technician and a clinic nurse. *Blood Pressure Monitoring*. 10(5):257-62, 2005.

CASTINHEIRAS-NETO, A.G.; COSTA-FILHO, I.R.; FARINATTI, P.T.V. Cardiovascular responses to resistance exercise are affected by workload and intervals between sets. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 95(4):493-501, 2010.

DOWNS, M.E.; HACKNEY, K.J.; MARTIN, D.; CAINE, T.L.; CUNNINGHAM, D.; O'CONNOR, D.P.; PLOUTZ-SNYDER, L.L. Acute vascular and cardiovascular responses to blood flow-restricted exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 46(8):1489-97, 2014.

FAHS, C.A.; LOENNEKE, J.P.; ROSSOW, L.M.; THIEBAUD, R.S.; BEMBEN, M.G. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Frontiers in Physiology*. 4:249, 2013.

FAHS, C.A.; ROSSOW, L.M.; LOENNEKE, J.P.; THIEBAUD, R.S.; KIM, D.; BEMBEN, D.A.; BEMBEN, M.G. Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 32(1):45-51, 2012.

FAHS, C.A.; ROSSOW, L.M.; SEO, D.; LOENNEKE, J.P.; SHERK, V.D.; KIM, E.; BEMBEN, D.A.; BEMBEN, M.G. Effect of different types of resistance exercise on arterial compliance and calf blood flow. *European Journal of Applied Physiology*. 111(12):2969-75, 2011.

FIGUEROA, A.; VICIL, F. Post-exercise aortic hemodynamic responses to low-intensity resistance exercise with and without vascular occlusion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 21(3):431-6, 2011.

FU, Q.; LEVINE, B.D. Exercise and the autonomic nervous system. *Handbook of Clinical Neurology. Autonomic Nervous System*. 117, Chapter 13, 147-60, 2013.

GJOVAAG, T.; HJELMELAND, A.K.; ØYGARD, J.B.; VIKNE, H.; MIRTAHERI, P. Acute hemodynamic and cardiovascular responses following resistance exercise to voluntary exhaustion. Effects of different loadings and exercise durations. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 56(5):616-23.

GOTSHALL, R.; GOTMAN, J.; BYRNES, W.; FLECK, S.; VALOVICH, T. Noninvasive characterization of the blood pressure to the double-leg press exercise. *Journal of Exercise Physiology*. 2:1-6, 1999.

HOLM, L.; REITELSEDER, S.; PEDERSEN, T.G.; DOESSING, S.; PETERSEN, S.G.; FLYVBJERG, A.; ANDERSEN, J.L.; AAGAARD, P.; KJAER, M. Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. *Journal of Applied Physiology*. 105(5):1454-61, 2008.

HOPEWELL, S.; LOUDON, K.; CLARKE, M.J.; OXMAN, A.D.; DICKERSIN, K. Publication bias in clinical trials due to statistical significance or direction of trial results. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Jan 21;(1):MR000006, 2009.

KARABULUT, M.; ABE, T.; SATO, Y.; BEMBEN, M.G. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 108(1):147-55, 2010.

KIM, D.; LOENNEKE, J.P.; YE, X.; BEMBEN, D.A.; BECK, T.W.; LARSON, R.D.; BEMBEN, M.G. Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training. *Muscle and Nerve*. Feb 22, 2017. [Epub ahead of print]

LIBARDI, C.A.; CATAI, A.M.; MIQUELINI, M.; BORGHI-SILVA, A.; MINATEL, V.; ALVAREZ, I.F.; MILAN-MATTOS, J.C.; ROSCHEL, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Hemodynamic responses to blood flow restriction and resistance exercise to muscular failure. *International Journal of Sports Medicine*. 38(2):134-40, 2017.

LOENNEKE, J.P.; FAHS, C.A.; ROSSOW, L.M.; SHERK, V.D.; THIEBAUD, R.S.; ABE, T.; BEMBEN, D.A.; BEMBEN, M.G. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood-flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 112(8):2903-12, 2012.

LOENNEKE, J.P.; PUJOL, T.J. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*. 31(3):77-84, 2009.

LOENNEKE, J.P.; WILSON, G.J.; WILSON, J.M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*. 31(1):1-4, 2010.

MACDOUGALL, J.D.; TUXEN, D.; SALE, D.G.; MOROZ, J.R.; SUTTON, J.R. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 58(3):785-90, 1985.

MAIOR, A.S.; SIMÃO, R.; MARTINS, M.S.R.; SALLES, B.F.; WILLARDSON, J.M. Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(10):2894-99, 2015.

MANINI, T.M.; YARROW, J.F.; BUFORD, T.W.; CLARK, B.C.; CONOVER, C.F.; BORST, S.E. Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men. *Growth Hormone and IGF Research*. 22(5):167-72, 2012.

MAY, A.K.; BRANDNER, C.R.; WARMINGTON, S.A. Hemodynamic responses are reduced with aerobic compared with resistance blood flow restriction exercise. *Physiological Reports*. 5(3):e13142, 2017.

MITCHELL, C.J.; CHURCHWARD-VENNE, T.A.; WEST, D.W.D.; BURD, N.A.; BREEN, L.; BAKER, S.K.; PHILLIPS, S.M. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *Journal of applied physiology*. 113(1):71-77, 2012.

MORIGGI JR, R.; DI MAURO, H.S.; DIAS, S.C.; MATOS, J.M.; URTADO, M.B.; CAMARÇO, N.F.; SOUSA NETO, I.V.; NASCIMENTO, D.C.; TIBANA, R.A.; ASSUMPÇÃO, C.O.; PRESTES, J.; URTADO, C.B. Similar hypotensive responses to resistance exercise with and without blood flow restriction. *Biology of Sport*. 32:289-94, 2015.

MOUSER, J.G.; LAURENTINO, G.C.; DANKEL, S.J.; BUCKNER, S.L.; JESSEE, M.B.; COUNTS, B.R.; MATTOCKS, K.T.; LOENNEKE, J.P. Blood flow in humans following low-load exercise with and without blood flow restriction. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Jul 13, 2017. [Epub ahead of print]

NETO, G.R.; NOVAES, J.S.; DIAS, I.; BROWN, A.; VIANNAS, J.; CIRILO-SOUSA, M.S. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Apr 20, 2016. [Epub ahead of print]

NETO, G.R.; SOUSA, M.S.C.; COSTA, P.B.; SALLES, B.F.; NOVAES, G.S.; NOVAES, J.S. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(4):1064-70, 2015.

NÓBREGA, S.R.; LIBARDI, C.A. Is resistance training to muscular failure necessary? *Frontiers in Physiology*. 7:10, 2016.

OZAKI, H.; YASUDA, T.; OGASAWARA, R.; SAKAMAKI-SUNAGA, M.; NAITO, H.; ABE, T. Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions. *European Journal of Applied Physiology*. 113(1):167-74, 2013.

PAULO, A.C.; TRICOLI, V.; QUEIROZ, A.C.C.; LAURENTINO, G.; FORJAZ, C.L.M. Blood pressure response during resistance training of different work to rest ratio. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Jun 22, 2017. [Epub ahead of print]

PEARSON, S.J.; HUSSAIN, S.R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine*. 45(2):187-200, 2015.

PICKERING, T.G.; HALL, J.E.; APPEL, L.J.; FALKNER, B.E.; GRAVES, J.W.; HILL, M.N.; JONES, D.W.; KURTZ, T.; SHEPS, S.G.; ROCCELLA, E.J. Recommendations for blood pressure measurement in humans: an AHA scientific statement from the council on high blood pressure research professional and public education subcommittee. *The Journal of Clinical Hypertension*. 7(2):102-9, 2005.

PINTO, R.R.; KARABULUT, M.; POTON, R.; POLITO, M.D. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: Haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 38(1):17-24, 2018.

PINTO, R.R.; POLITO, M.D. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 36(5):407-13, 2016.

POLITO, M.D.; FARINATTI, P.T.V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 3(1):79-91, 2003.

POTON, R.; POLITO, M.D. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 36(3):231-6, 2016.

POTON, R.; POLITO, M.D. Hemodynamic responses during lower-limb resistance exercise with blood flow restriction in healthy subjects. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 55(12):1571-7, 2015.

REEVES, G.V.; KRAEMER, R.R.; HOLLANDER, D.B.; CLAVIER, J.; THOMAS, C.; FRANCOIS, M.; CASTRACANE, D.V. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of Applied Physiology*. 101(6):1616-22, 2006.

ROSSOW, L.M.; FAHS, C.A.; SHERK, V.D.; SEO, D., BEMBEN, D.A.; BEMBEN, M.G. The effect of acute blood-flow-restricted resistance exercise on postexercise blood pressure. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 31(6):429-34, 2011.

SCOTT, B.R.; LOENNEKE, J.P.; SLATTERY, K.M.; DASCOMBE, B.J. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine*. 45(3):313-25, 2015.

SHINOHARA, M.; KOUZAKI, M.; YOSHIHISA, T.; FUKUNAGA, T. Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 77(1-2):189-91, 1998.

SMART, N.A.; WALDRON, M.; ISMAIL, H.; GIALLAURIA, F.; VIGORITO, C.; CORNELISSEN, V.; DIEBERG, G. Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*. 13(1):9-18, 2015.

SPRANGER, M.D.; KRISHNAN, A.C.; LEVY, P.D.; O'LEARY, D.S.; SMITH, S.A. Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*. 309(9):H1440-52, 2015.

STAUNTON, C.A.; MAY, A.K.; BRANDNER, C.R.; WARMINGTON, S.A. Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 115(11):2293-302, 2015.

TAKANO, H.; MORITA, T.; IIDA, H.; ASADA, K.; KATO, M.; UNO, K.; HIROSE, K.; MATSUMOTO, A.; TAKENAKA, K.; HIRATA, Y.; ETO, F.; NAGAI, R.; SATO, Y.; NAKAJIMA, T. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 95(1):65-73, 2005.

TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; SATO, Y.; TAKEBAYASHI, S.; TANAKA, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*. 88(6):2097-106, 2000a.

TAKARADA, Y.; NAKAMURA, Y.; ARUGA, S.; ONDA, T.; MIYAZAKI, S.; ISHII, N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*. 88(1):61-5, 2000b.

TEIXEIRA, E.L.; BARROSO, R.; SILVA-BATISTA, C.; LAURENTINO, G.C.; LOENNEKE, J.P.; ROSCHEL, H.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Blood flow restriction increases metabolic stress but decreases muscle activation during high-load resistance exercise. *Muscle and Nerve*. Feb 18, 2017. [Epub ahead of print]

TSCHAKOVSKY, M.E.; ROGERS, A.M.; PYKE, K.E.; SAUNDERS, N.R.; GLENN, N.; LEE, S.J.; WEISSGERBER, T.; DWYER, E.M. Immediate exercise hyperemia in humans is contraction intensity dependent: evidence for rapid vasodilation. *Journal of Applied Physiology*. 96(2):639-44, 2004.

VIEIRA, P.J.C.; CHIAPPA, G.R.; UMPIERRE, D.; STEIN, R.; RIBEIRO, J.P. Hemodynamic responses to resistance exercise with restricted blood flow in young and older men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27(8):2288-94, 2013.

YASUDA, T.; ABE, T.; SATO, Y.; MIDORIKAWA, T.; KEARNS, C.F.; INOUE, K.; RYUSHI, T.; ISHII, N. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 1(2):65-70, 2005.

YASUDA, T.; FUJITA, S.; OGASAWARA, R.; SATO, Y.; ABE, T. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 30(5):338-43, 2010.