

## Resposta da pressão arterial ao exercício resistido com diferentes tempos sob restrição do fluxo sanguíneo em indivíduos normotensos: um estudo randomizado cruzado

### Blood pressure response to dynamic resistance exercise with different times under blood flow restriction on normotensive subjects: a randomized crossover trial

Leandro Lima de Sousa<sup>1</sup> , Dahan da Cunha Nascimento<sup>1</sup> , Nicholas Rolnick<sup>2</sup> , Jessica Mycaelle da Silva Barbosa<sup>1</sup> , Robson Conceição Silva<sup>1</sup> , Bruno Viana Rosa<sup>1</sup> , Thailson Fernandes da Silva<sup>1</sup> , Carlos Ernesto Santos Ferreira<sup>1</sup> 

1. Universidade Católica de Brasília, DF, Brasil  
2. Lehman College, Nova York, NY, Estados Unidos

#### RESUMO

**Introdução:** A recomendação de tempo sob restrição de fluxo sanguíneo (RFS) durante o treinamento resistido (TR) pode variar entre 5 e 10 minutos, e já foram relatados efeitos benéficos para o desenvolvimento da hipertrofia e força muscular. No entanto, existe o potencial que o longo tempo sob restrição possa induzir maior ativação aguda do reflexo pressor durante o exercício e subsequentemente das vias simpáticas levando a uma maior resposta hemodinâmica. **Objetivo:** Verificar as respostas da pressão arterial ao exercício resistido com diferentes tempos sob restrição de fluxo sanguíneo em indivíduos normotensos. **Métodos:** Nesse estudo randomizado cruzado, doze participantes do sexo masculino saudáveis e fisicamente ativos completaram em ordem aleatória os seguintes protocolos: controle, RFS-5 minutos e RFS-10 minutos. As medidas da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD) foram mensuradas por um pesquisador experiente imediatamente após cada série do exercício. **Resultados:** Tanto o RFS-5 minutos quanto o RFS-10 minutos induziram elevações agudas na PAS, PAD e frequência cardíaca (FC) à medida que as séries progrediam, sem diferenças estatísticas entre elas. No entanto, um tamanho efeito superior para a PAS e PAD foi apresentado para a condição RFS-10 comparado a condição RFS-5. **Conclusão:** Com base nos resultados do presente estudo, o tempo de restrição do fluxo sanguíneo durante o exercício resistido não altera a resposta pressórica em indivíduos normotensos.

**Palavras-chave:** treinamento de força; terapia de restrição de fluxo sanguíneo; pressão sanguínea.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Recommendations for time under blood flow restriction (BFR) during resistance training (RT) vary between 5 to 10 minutes, and beneficial effects on muscle mass and strength have already been reported. However, there exists the potential for longer times under restriction to produce greater acute activation of the exercise pressor reflex and subsequent sympathetic pathways leading to a greater hemodynamic response. **Objective:** To verify blood pressure responses to dynamic resistance exercise with different times (5 vs. 10 minutes) under blood flow restriction in normotensive subjects. **Methods:** In a randomized crossover trial design, twelve healthy and physically active male participants completed a training with BFR under the following protocols: control, BFR-5 minutes, BFR-10 minutes. Systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) measurements were taken by an experienced researcher immediately after each exercise set. **Results:** Both BFR-5 minutes and BFR-10 minutes induced acute elevations in SBP, DBP and heart rate (HR) as the sets progressed, without statistical differences between them. However, BFR-10 displayed a superior effect size for SBP and DBP compared to BFR-5 minutes. **Conclusion:** Based on the results of this study, the time under BFR during resistance exercise does not affect blood pressure response in normotensive subjects.

**Keywords:** resistance training; blood flow restriction therapy, blood pressure.

Recebido em: 22 de agosto de 2022; Aceito em: 30 de agosto de 2022.

Correspondência: Leandro Lima de Sousa, EPTC, QS 07 Lote 01, Taguatinga, 71966-700 Brasília DF.  
leandrolsousa08@gmail.com

## Introdução

O treinamento físico com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) é considerado uma modalidade de reabilitação clínica progressiva para melhorar a massa e a força muscular em pacientes que apresentam fraqueza musculoesquelética no processo de retorno ao exercício de alta carga [1]. Estudos relatam aumentos comparáveis na massa muscular em comparação com o treinamento resistido com alta carga (TR) [2,3], independentemente da pressão de oclusão absoluta, largura do manguito e método de prescrição da pressão de oclusão [3].

Apesar do efeito benéfico da RFS na massa magra e na força muscular [1], existe uma heterogeneidade significativa na aplicação de variáveis potencialmente importantes da RFS (por exemplo, pressão de oclusão absoluta, largura do manguito e método de prescrição da pressão de oclusão). Quando não aplicado adequadamente de acordo com as diretrizes estabelecidas, a RFS pode representar uma preocupação de segurança e não ser adequado para populações clínicas que podem exigir um controle mais preciso do estímulo da RFS. Além disso, um estudo anterior afirmou que o uso indevido desse método pode levar a elevações agudas e anormais na atividade simpática e risco de eventos cardiovasculares (por exemplo, arritmia cardíaca, infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e morte súbita cardíaca) [4].

Uma das preocupações do treinamento RFS é seu perfil de segurança para pacientes hipertensos ou que apresentam doenças cardiovasculares. Em populações hipertensas, o aumento da pressão arterial sistólica e diastólica, durante o treinamento de RFS, é maior do que o exercício tradicional em comparação com normotensos [5]. Além disso, a pressão arterial diastólica, durante o treinamento RFS, é maior quando comparada ao exercício tradicional [5]. Consequentemente, as demandas do exercício no sistema cardiovascular se aproximam ou excedem o exercício de alta intensidade de fluxo livre [6]. Assim, apesar das afirmações de segurança da RFS, possíveis efeitos adversos devem ser considerados antes da aplicação em indivíduos com hipertensão e doenças cardiovasculares [4]. É importante ressaltar que estudos agudos e longitudinais com RFS em pacientes com doenças cardiovasculares são escassos [7].

Uma metanálise que verificou os efeitos do treinamento com RFS na pressão arterial demonstrou que os estudos incluídos não foram projetados para abordar se o treinamento com RFS afeta especificamente a pressão arterial e recomendou mais pesquisas sobre esse tópico [8]. Além disso, considerando as diferentes variáveis de aplicação da RFS que podem impactar na resposta hemodinâmica, o tempo sob RFS curiosamente não é debatido [9]. O tempo sob RFS pode afetar os estímulos químicos e mecânicos, ativando o reflexo pressor do exercício e aumentando a atividade simpática enquanto reduz a atividade parassimpática [4]. Outros estudos procuraram determinar se a aplicação contínua de pressão poderia alterar as respostas fisiológicas, como o estresse metabólico [10]. Assim, há uma razão teórica de que a manipulação do tempo sob RFS durante o TR pode afetar as respostas fisiológicas agudas.

Tradicionalmente, o estímulo oclusivo durante a RFS é aplicado continuamente durante o exercício e nos intervalos de recuperação (entre 5 e 10 minutos de tempo total sob oclusão) [11]. Existe o potencial de que durações mais longas sob RFS produzam maior ativação aguda do reflexo pressor do exercício e subsequentes vias simpáticas levando a uma maior resposta hemodinâmica. No entanto, nenhum estudo ainda se concentrou em saber se o tempo sob restrição é uma variável importante na mediação da resposta hemodinâmica ao exercício com RFS.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar se o tempo de RFS altera a resposta da pressão arterial durante o exercício resistido em indivíduos saudáveis. Nós levantamos a hipótese que o exercício com um maior tempo sob RFS apresentaria uma resposta hemodinâmica maior do que uma restrição de tempo menor.

## Métodos

Este estudo cruzado randomizado foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Católica de Brasília, CAAE 39652920.4.0000.0029 e foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque. Doze homens saudáveis e fisicamente ativos (de acordo com a versão curta do PAR-Q) [12], mas inexperientes em treinamento resistido, foram recrutados para o estudo. Todos os participantes foram informados sobre o propósito, detalhes práticos e possíveis riscos associados ao experimento e, antes do início da coleta de dados, cada um assinou o termo de consentimento. Os critérios de exclusão foram participantes com qualquer uma das seguintes condições: lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores, uso contínuo de medicamentos e suplementos nutricionais que pudessem afetar a resposta da pressão arterial, pressão arterial de repouso  $\geq 140 \times 90$  mmHg, doença cardíaca existente, doença vascular periférica, diabetes, IMC  $\geq 30$  e um ou mais fatores de risco para tromboembolismo [13].

### *Protocolos de restrição de fluxo sanguíneo*

As coletas foram realizadas em cinco visitas, no mesmo horário do dia, com intervalo mínimo de 72 e máximo de 96 horas. Sinais de inchaço e falta de ar, alterações na temperatura da pele, presença de taquicardia, dor ou descoloração na pele e varizes inchadas ou distendidas foram monitorados visualmente [14]. Eles foram instruídos a não realizar nenhum exercício 72-96 horas antes do protocolo de exercício.

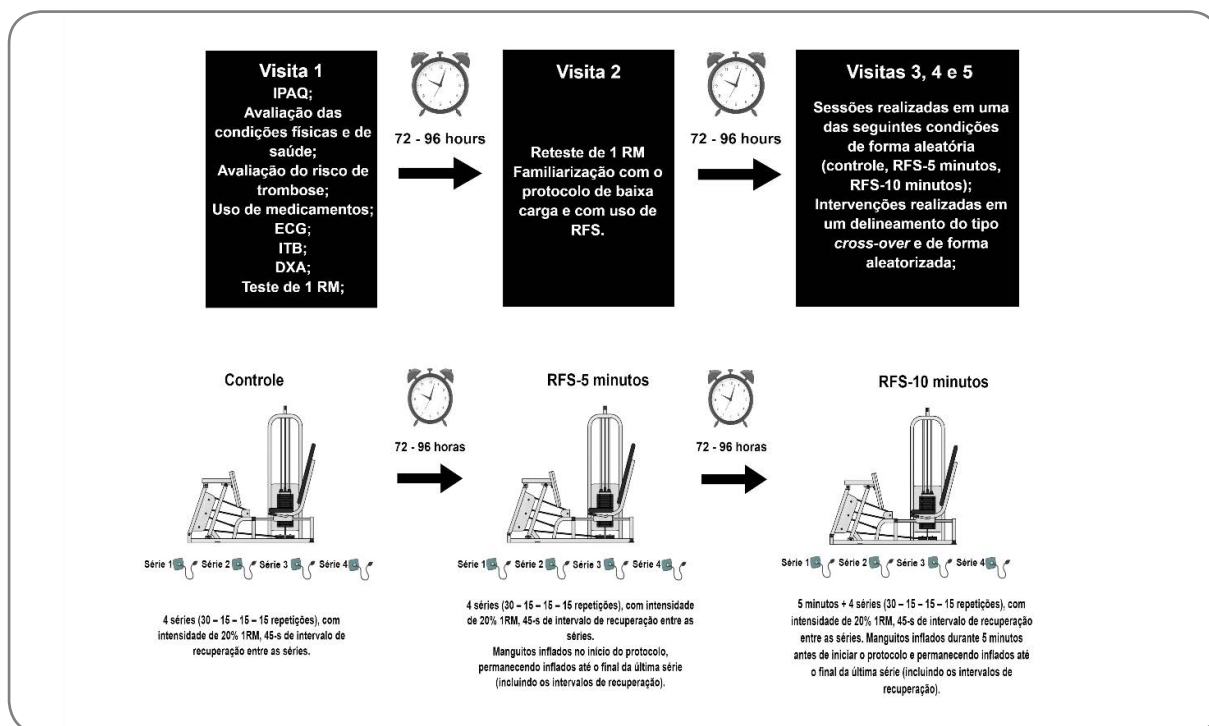
A primeira visita consistiu na assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, preenchimento de questionários para avaliação do nível de atividade física (IPAQ - versão curta), condição física e de saúde (PAR-Q), estratificação de risco para tromboembolismo [13] e triagem de medicamentos e suplementos alimentares que podem afetar a pressão arterial. Além disso, os pacientes foram avaliados por um cardiologista experiente. Primeiramente, os participantes descansaram por 10 minutos na posição supina, relaxados, cabeça e calcanhares apoiados em uma sala com temperatura confortável ( $\sim 25^\circ\text{C}$ ). Em seguida, foi aferida a pressão arterial de

repouso por meio de um monitor automático (*Microlife, Shenzhen, China*) no qual foi colocado um manguito no braço esquerdo do participante, aproximadamente 2 cm acima da fossa cubital. Logo após, foi realizado eletrocardiograma de 12 derivações seguido de teste do índice de pressão arterial tornozelo-braquial (ITB) para verificar a existência de doença vascular periférica [15]. A composição corporal foi avaliada por absorciometria de raios X de dupla energia (DXA). A calibração do equipamento foi fornecida e o simulador foi usado para verificar a calibração diariamente antes da avaliação da composição corporal. Os testes incluíram uma varredura completa do corpo em decúbito dorsal com o aparelho calibrado e operado por profissional tecnicamente treinado. Todos os objetos metálicos foram removidos do participante antes do exame.

Por fim, 1-RM também foi avaliado na primeira sessão. O teste foi iniciado com cinco minutos de aquecimento geral realizado em esteira (*Imbrasport Millenium ATL, Imbramed, Porto Alegre, Brasil*) com reserva de frequência cardíaca  $\leq 85\%$ . Em seguida, os participantes realizaram três exercícios de alongamento estático para os isquiotibiais, quadris e quadríceps (1 série de 10 segundos). Em seguida, os participantes foram posicionados no leg press 45° (*PowerTech, Riguetto, Campinas, Brasil*), mantendo o alinhamento das articulações do tornozelo, joelho e quadril para realizar o aquecimento específico e o próprio teste [16]. O 1-RM foi encontrado em no máximo cinco tentativas (separadas por 3 minutos de recuperação para cada tentativa). Durante a fase excêntrica, os indivíduos foram orientados a flexionar os joelhos até 90° de flexão e na fase concêntrica, até a extensão quase completa (aproximadamente 20° de flexão do joelho). Para ter maior precisão no resultado, 1-RM foi reavaliado 96 horas após com procedimento semelhante, mas a primeira carga tentada foi a carga encontrada na primeira sessão. Para o valor de 1 RM encontrado, foi considerado o peso da plataforma do leg press (que tinha 40 kg). Durante todos os testes, pelo menos dois pesquisadores forneceram suporte para minimizar a ocorrência de acidentes relacionados ao exercício.

Conforme mencionado, a segunda sessão serviu como reteste do 1-RM. Além disso, esta sessão serviu como familiarização com o exercício RFS de baixa carga, pois cada participante realizou uma série de 30 repetições a 20%1RM usando 50% de pressão de oclusão arterial determinada no leg press 45°.

Nas visitas 3, 4 e 5, as sessões do protocolo de exercício foram realizadas em uma das três condições (controle, RFS-5 minutos e RFS-10 minutos) descritas abaixo. As intervenções foram realizadas no modelo cross-over e os sujeitos foram atribuídos a condições escolhendo aleatoriamente um protocolo dentro de um envelope. Para o esquema de estudo, veja a Figura 1.



IPAQ = questionário internacional de atividade física; PAR-Q= Questionário de Prontidão para Atividade Física; ECG = eletrocardiograma; ITB = índice tornozelo braquial; DXA = Absorciometria de raios X de dupla energia; 1 RM = 1 repetição máxima; RFS = restrição do fluxo sanguíneo; RFS-5 = protocolo de 5 minutos de restrição de fluxo sanguíneo; RFS-10: protocolo de 10 minutos de restrição de fluxo sanguíneo; POA = pressão de oclusão arterial. N = 12 participantes

**Figura 1** - Esquema do estudo. Detalhes gerais das visitas

### Protocolo de exercício

O exercício foi realizado no leg press 45° (PowerTech, Riguetto, Campinas, Brasil) que consistiu em 4 séries (30 – 15 – 15 – 15 repetições) com carga de 20% 1RM, ~45 segundos de intervalo de recuperação entre as séries, ritmo de 1 segundo para concêntrico e 1 segundo para excêntrico (controlado por um metrônomo audível); assim, a duração do exercício foi de aproximadamente 5 minutos. Os participantes foram posicionados confortavelmente no equipamento e instruídos a manter o alinhamento entre tornozelos, joelhos e quadris. Além disso, um pesquisador controlou a amplitude de movimento (90° de flexão do joelho na fase excêntrica e extensão quase completa - aproximadamente 20° de flexão - durante a fase concêntrica). Todos os participantes realizaram o exercício em três condições:

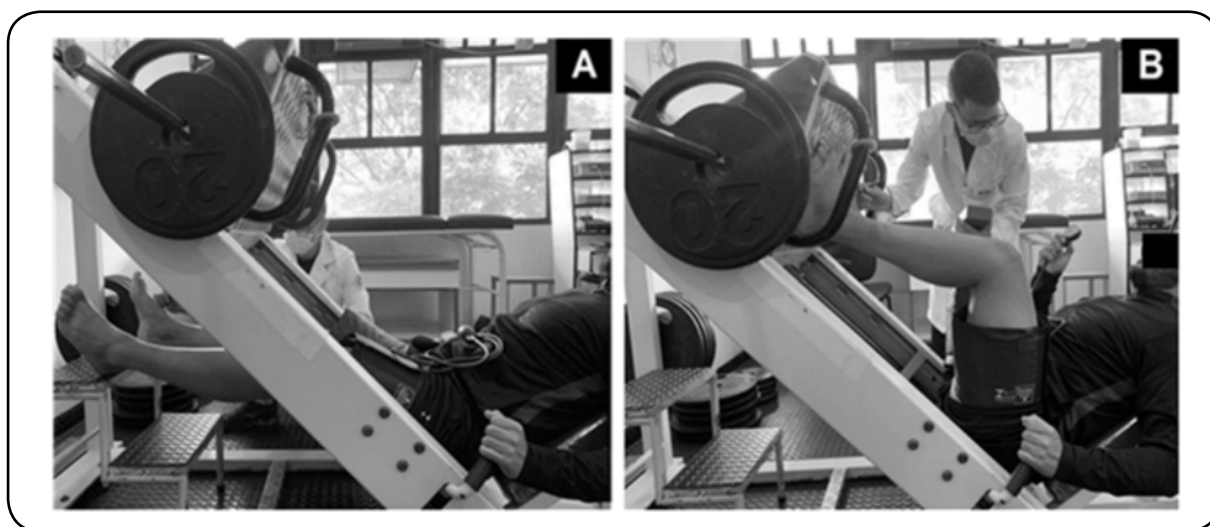
No protocolo 1 (controle), o exercício foi realizado sem RFS. No protocolo 2 (RFS-5 minutos), os manguitos foram inflados no início do exercício e permaneceram inflados até o final da última série (incluindo os intervalos de descanso). Assim, a duração sob RFS foi igual à duração do exercício (5 minutos). No protocolo 3 (RFS-10 minutos), foram realizadas as mesmas ações do protocolo 2 (RFS-5 minutos), mas para manter o mesmo volume de exercício do controle e do RFS-5 minutos, os manguitos foram inflados 5 minutos antes de iniciar o exercício, e a duração da RFS foi de 10 minutos (5 minutos anteriores + 5 minutos de exercício). O intervalo entre os protocolos foi de no mínimo 72 e no máximo 96 horas e os participantes compareceram ao laboratório em horários semelhantes para minimizar as variações diurnas.



Nos protocolos RFS-5 minutos e RFS-10 minutos, foi utilizado um par de manguitos infláveis (*Premium, Zhejiang, China*) com 20 cm de largura x 42 cm de comprimento (bexiga do manguito = 17 cm de largura x 37 cm de comprimento) colocados na parte proximal das coxas (o mais próximo possível da prega inguinal) com 50% da pressão total de oclusão arterial (POA).

#### *Pressão de Oclusão Arterial (POA)*

Por causa das variações hemodinâmicas, a POA foi verificada antes da realização de cada protocolo de exercício com RFS. Com o voluntário sentado no leg press 45°, foram realizadas duas medidas em cada perna (uma em posição de recuperação e outra em posição de execução do exercício – pés na plataforma) (Figura 2). Um par de manguitos infláveis (*Premium, Zhejiang, China*) foi colocado na parte proximal das coxas (o mais próximo possível da prega inguinal). Uma pequena quantidade de gel condutor à base d'água (*Mercur, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil*) foi colocada na sonda doppler vascular portátil (*DV 610B, Medmega, Franca, SP, Brasil*) e esta foi posicionada perpendicularmente com o mínimo de pressão possível sobre a artéria pediosa. POA foi determinada quando o pulso arterial foi interrompido [17,18]. Os valores de pressão usados nos manguitos estão descritos na Tabela II.



A: posição de recuperação; B: posição de exercício. N = 12 participantes

**Figura 2** - Posições das pernas durante as medidas de pressão de oclusão arterial

#### *Medidas de pressão arterial*

As medidas foram feitas por um pesquisador experiente imediatamente após cada série de exercícios. Além disso, foi utilizado um tamanho de manguito correspondente ao tamanho do braço do participante [19]. Um manguito de pressão arterial (*Welchallyn, Chicago, IL, EUA*) foi colocado no braço esquerdo do participante, aproximadamente 2 cm acima da fossa cubital. Um pesquisador apoiou o braço do participante em um suporte para que permanecesse totalmente relaxado. Após, o manguito foi inflado 10 mmHg acima da pressão necessária para interromper os ruídos de Korotkoff. O manguito foi desinflado lentamente e os valores da medida auscultatória

da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram anotados quando o som de Korotkoff começou e parou, respectivamente [20]. Para não interferir na duração do tempo sob RFS, as medidas nos momentos pós-série 4 foram feitas após desinflar os manguitos de RFS. Além disso, os participantes também foram orientados a manter a bexiga vazia e não falar durante os protocolos (controle, RFS-5 minutos, RFS-10 minutos), pois essas variáveis podem afetar a leitura da pressão arterial [19-21].

#### *Monitoramento da frequência cardíaca*

A frequência cardíaca (FC) foi medida com monitor polar FT1 (Polar, Kempele, FI) por meio de um sensor posicionado no tórax e um relógio de pulso com receptor de sinal de FC. Para melhorar o contato entre a pele e o sensor, foi utilizada uma pequena quantidade de gel condutor à base d'água (Mercur, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil).

#### *Análise estatística*

Uma ANOVA de duas vias para medidas repetidas foi conduzida para examinar os efeitos de diferentes tempos de restrição nas respostas da pressão arterial. Os dados são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão, salvo indicação em contrário. A análise dos resíduos mostrou que houve normalidade avaliada pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e não houve outliers avaliados por resíduos estudantis maiores que  $\pm 3$  desvios padrão. Quando uma interação significativa foi observada, foi aplicada uma análise simples de efeitos principais e um *Post-hoc* de Bonferroni. Para o teste estatístico ANOVA de medidas repetidas de duas vias, o tamanho do efeito intragrupo foi calculado para as variáveis PAS, PAD e FC. Foi utilizado o ômega quadrado ( $\Omega^2$ ) recomendado para pequenas amostras e foram considerados valores  $\leq 0,01$ ,  $0,01 - 0,06$ ,  $0,06 - 0,14$  e  $> 0,14$ : trivial, pequeno, médio e grande, respectivamente [22]. Também foi realizada uma análise do delta ( $\Delta$ ), que foi calculada da seguinte forma:  $\Delta^a$  = série 1 menos pré-treinamento;  $\Delta^b$  = série 2 menos pré-treinamento;  $\Delta^c$  = série 3 menos pré-treinamento;  $\Delta^d$  = pós-treinamento menos pré-treinamento e pós-treinamento. O *d* de Cohen foi utilizado para efetuar o tamanho do efeito entre os momentos pré-exercício e série 1, pré-exercício e série 2, pré-exercício e série 3 e pré-exercício e pós-treinamento para as variáveis PAS, PAD e FC. Assim, a ANOVA de uma via foi conduzida para comparações entre as diferenças do grupo  $\Delta$ .

O coeficiente de variação (CV) foi usado para calcular a variação dentro dos participantes ( $CV\% = [DP/média] \times 100$ ). O CV para leg press foi de 17,44%. Considerando uma diferença mínima de 10 mmHg para PAD entre os grupos [23, 24], o power observado para interação entre tempo de restrição e tempo de PAD foi de 0,85, tamanho de efeito de 1,16, com probabilidade de erro alfa de 0,01. O poder do estudo foi calculado usando G\*Power 3.1.6 [25]. Um nível alfa de  $\alpha \leq 0,05$  foi considerado significativo e todos os cálculos foram realizados no SPSS (versão 20.0).

## Resultados

Nenhum evento adverso ocorreu, e todos os participantes foram capazes de completar cada intervenção de exercício. O coeficiente de correlação intraclasse entre o teste de 1RM e o reteste foi ICC = 0,92.

As características da amostra estão apresentadas na Tabela I. A Tabela II relata a pressão média aplicada nas coxas do participante (em mmHg).

**Tabela I** - Características dos participantes. Valores descritos como média  $\pm$  desvio padrão

Idade (anos)	22 $\pm$ 3,36
Massa corporal (kg)	70 $\pm$ 9,28
Estatura (cm)	175 $\pm$ 5,35
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22 $\pm$ 2,69
Gordura corporal (%)	12 $\pm$ 7,33
1 RM (kg)	310 $\pm$ 51,28
PAS repouso (mmHg)	121 $\pm$ 11,71
PAD repouso (mmHg)	70 $\pm$ 6,37

IMC = índice de massa corporal; 1RM = 1 repetição máxima; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica. N = 12 participantes

**Tabela II** - Pressão utilizada nos manguitos durante os protocolos de RFS. Valores descritos como média  $\pm$  desvio padrão

	Posição de recuperação (mmHg)		Posição de exercício (mmHg)	
	Coxa direita	Coxa esquerda	Coxa direita	Coxa esquerda
<b>RFS-5 minutos</b>	73 $\pm$ 5,89	72 $\pm$ 7,56	72 $\pm$ 6,80	71 $\pm$ 6,78
<b>RFS-10 minutos</b>	73 $\pm$ 8,29	75 $\pm$ 7,61	72 $\pm$ 8,58	74 $\pm$ 9,24

RFS = restrição do fluxo sanguíneo; RFS-5 = protocolo de 5 minutos; RFS-10 = protocolo de 10 minutos. n= 12 participantes

Não houve interação entre o tempo sob restrição e os momentos na PAS,  $F(8,88) = 1,88$ ,  $p = 0,07$ . No entanto, foi observado um efeito principal do tempo  $F(4,44) = 27,83$ ,  $p = 0,001$ . Conforme mostrado na tabela III, em comparação ao pré-treinamento, a PAS foi maior nas séries um, dois e três apenas para condições de RFS (diferença média de 19,50; 17,66 mmHg, 26,00; 28,50 mmHg, 26,16; 29,83 mmHg para RFS-5 minutos; RFS-10 minutos respectivamente), bem como, apenas para pós-treino em RFS-10 minutos (diferença média de 15,00 mmHg).

Além disso, houve interação entre tempo sob restrição e momentos na PAD,  $F(8,88) = 8,86$ ,  $p = 0,001$ . Para RFS-5 minutos, foi observada uma PAD estatisticamente maior na série três em comparação ao pré-treinamento (diferença média de 8,75 mmHg). Além disso, observou-se PAD estatisticamente menor no pós-treinamento para RFS-10 minutos quando comparado ao pré-treinamento (diferença média de -11,41 mmHg). Além disso, uma PAD estatisticamente maior foi observada para as séries um, dois e três para as condições de RFS em comparação com o controle (diferença média de 10,00; 10,00 mmHg, 11,66; 15,00 mmHg, 15,83; 15,83 mmHg para RFS-5 minutos; RFS-10 minutos respectivamente). Consulte a Tabela III.



Não houve interação entre tempo sob restrição e momentos em FC,  $F(8,88) = 0,89$ ,  $p = 0,58$ . No entanto, observou-se um efeito principal do tempo  $F(4,44) = 75,24$ ,  $p = 0,001$ . Para a condição RFS, observou-se uma FC estatisticamente maior nas séries um, dois, três e pós-treinamento em relação ao pré-treinamento (diferença média de 20,66; 22,00 bpm, 23,08; 27,25 bpm, 25,08; 29,00 bpm e 26,58; 30,08 bpm para RFS-5 minutos; RFS-10 minutos respectivamente). Por fim, para a sessão controle, observou-se uma FC estatisticamente maior nas séries um, dois, três e pós-treinamento em relação ao pré-treinamento (diferença média de 27,16 bpm, 27,83 bpm; 30,50 bpm e 32,75 bpm respectivamente). Ver tabela III.

Tabela III - Resposta da pressão arterial e frequência cardíaca entre os protocolos

	PAS pré-exercício (mmHg)	PAS série 1 (mmHg)	$\Delta^a$ (mmHg)	TE	PAS série 2 (mmHg)	$\Delta^b$ (mmHg)	TE	PAS série 3 (mmHg)	$\Delta^c$ (mmHg)	TE	PAS pós-exercício (mmHg)	$\Delta^d$ (mmHg)	TE
Controle	123 ± 8,50	139 ± 20,10	16	1,0	144 ± 20,55*	21	1,3	141 ± 21,13	17	1,1	141 ± 22,39	17	1,0
RFS-5 minutos	122 ± 10,43	142 ± 19,92*	20	1,2	148 ± 17,59*	26	1,8	148 ± 18,99*	26	1,7	136 ± 21,18	14	0,8
RFS-10 minutos	126 ± 13,38	143 ± 15,57*	18	1,2	154 ± 14,43*	29	2,1	156 ± 15,59*	30	2,1	140 ± 10,87*	15	1,2
	PAD pré-exercício (mmHg)	PAD série 1 (mmHg)	$\Delta^a$ (mmHg)	TE	PAD série 2 (mmHg)	$\Delta^b$ (mmHg)	TE	PAD série 3 (mmHg)	$\Delta^c$ (mmHg)	TE	PAD pós-exercício (mmHg)	$\Delta^d$ (mmHg)	TE
Controle	74 ± 6,93	67 ± 7,78	-7	-1,1	68 ± 8,35	-6	-0,8	68 ± 7,54	-7	-1,0	65 ± 7,98	-9	-1,2
RFS-5 minutos	75 ± 3,73	77 ± 11,55‡	2‡	0,23	80 ± 9,53‡	5‡	0,8	83 ± 8,88‡	9‡	1,3	66 ± 10,84	-9#†¥	-1,1
RFS-10 minutos	75 ± 8,20	77 ± 6,51‡	2‡	0,1	83 ± 8,88‡	9‡	0,9	83 ± 8,88‡	9‡	0,9	63 ± 8,88*	-12#†¥	-1,4
	FC pré-exercício (bpm)	FC série 1 (bpm)	$\Delta^a$ (bpm)	TE	FC série 2 (bpm)	$\Delta^b$ (bpm)	TE	FC série 3 (bpm)	$\Delta^c$ (bpm)	TE	FC pós-exercício (bpm)	$\Delta^d$ (bpm)	TE
Controle	71 ± 8,57	98 ± 13,31*	27	2,4	99 ± 11,86*	28	2,7	102 ± 15,38*	31	2,5	104 ± 14,16*	33	2,8
RFS-5 minutos	71 ± 10,60	92 ± 12,28*	21	1,8	94 ± 11,98*	23	2,0	96 ± 14,83*	25	1,9	98 ± 13,25*	27	2,3
RFS-10 minutos	70 ± 10,02	92 ± 8,86*	22	3,0	97 ± 11,84*	27	2,5	99 ± 14,70*	29	2,3	100 ± 13,30*	29	2,5

PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; RFS = restrição do fluxo sanguíneo;  $\Delta$  = delta;  $\Delta^a$  = série 1 menos pré-treinamento;  $\Delta^b$  = série 2 menos pré-treinamento;  $\Delta^c$  = série 3 menos pré-treinamento;  $\Delta^d$  = pós-treinamento menos pré-treinamento e pós-treinamento; TE = tamanho do efeito d de Cohen (0,2 pequeno; 0,2; 0,5 médio; 0,8 grande;  $\geq 1,0$  muito grande); \* = diferenças significativas em relação ao momento pré-treinamento ( $p < 0,05$ ); ‡ = diferenças significativas da sessão controle no mesmo momento ( $p < 0,05$ ); # = diferenças significativas de  $\Delta^a$  ( $p < 0,05$ ); † = diferenças significativas de  $\Delta^b$  ( $p < 0,05$ ); ¥ = diferenças significativas de  $\Delta^c$  ( $p < 0,05$ ); ‡ = diferenças significativas do controle no mesmo momento ( $p < 0,05$ ); n = 12 participantes

Para análise delta, não foram observadas diferenças entre grupos e momentos para PAS. No entanto, os valores de PAD foram estatisticamente maiores para as condições de RFS nos momentos pós-série 1, pós-série 2 e pós-série 3 em relação ao controle. Assim, a adição de RFS demonstrou um aumento superior da PAD, independentemente da duração utilizada.

### Tamanho do efeito

Considerando os valores do tamanho do efeito entre os grupos para o efeito principal do tempo, observou-se uma magnitude superior do efeito do tratamento para RFS-10 minutos em comparação com o controle e RFS-5 minutos para PAS e PAD. Para FC, não foram observadas diferenças entre RFS-10 minutos e Controle, mas um tamanho de efeito maior para RFS-10 minutos em relação ao controle foi observado. Ver tabela IV.

Tabela IV - Valores do tamanho do efeito para efeito principal do tempo

Parametros	Controle	RFS-5 minutos	RFS-10 minutos
	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$
PAS, mmHg	0,11 (moderado)	0,21 (grande)	0,36 (grande)
PAD, mmHg	0,11 (moderado)	0,27 (grande)	0,43 (grande)
FC, bpm	0,46 (grande)	0,37 (grande)	0,46 (grande)

$\Omega$  = tamanho do efeito; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; RFS = restrição do fluxo sanguíneo. n= 12 participantes. Fonte: autores

## Discussão

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a examinar a resposta hemodinâmica em participantes normotensos após diferentes tempos sob restrição de fluxo sanguíneo. Portanto, as novas descobertas significativas são: 1) Tanto o RFS-5 minutos quanto o RFS-10 minutos induziram elevações agudas na PAS, PAD e FC à medida que as séries progrediam, sem diferenças entre eles; 2) Além disso, a PAD demonstrou um aumento superior com os exercícios de RFS em relação ao grupo controle, independente do tempo utilizado. Isso indica que a duração do RFS até 10 minutos não altera as respostas pressóricas em indivíduos normotensos.

Embora estudos para fazer comparações semelhantes em indivíduos normotensos sejam escassos, um estudo agudo prévio demonstrou que o treinamento RFS (20% 1RM) em mulheres hipertensas provocou aumentos de PAS e PAD semelhantes ao TR de alta carga (65% 1RM) no exercício leg press, com aumentos adicionais na pressão arterial observados durante os intervalos de repouso em comparação com os valores de repouso pré-exercício [26]. O protocolo consistiu em três séries de 15 repetições com 30 segundos de descanso com uma pressão de manguito aplicada continuamente ao longo das três séries [26,27]. Assim, é possível inferir que o tempo sob RFS totalizou entre 4 a 6 minutos. Durante o exercício na condição RFS, a PAS e a PAD elevaram-se para 237 mmHg e 139 mmHg, gerando uma resposta hemodinâmica

maior do que o treinamento de força tradicional, além de apresentar maiores valores de pressão arterial durante os intervalos de repouso (por exemplo, durante o 2º intervalo de repouso - PAS = 182 mmHg vs. 143 mmHg em RT de alta carga,  $p < 0,05$ ).

Resultados semelhantes em pacientes hipertensos foram observados em outra intervenção [28]. Aumentos agudos na PAS (212 mmHg) e PAD (123 mmHg) semelhantes ao TR de alta carga foram registrados juntamente com maiores aumentos relativos nos valores da pressão arterial durante as pausas entre as séries. A pressão do manguito foi mantida durante as sessões experimentais de RFS e liberada imediatamente após o término da terceira série [26,27]. Embora não relatado, estimamos com base na cadência de repetição que o tempo sob RFS foi entre 4 e 6 minutos. Tomados em conjunto, esses resultados podem moldar a orientação de que os participantes hipertensos podem se beneficiar da deflação do estímulo RFS (por exemplo, RFS intermitente) em algum momento durante o exercício RFS, pois isso poderia atenuar os aumentos na PAS e na PAD [29] observados durante as pausas.

Um estudo anterior mostrou potencial aplicabilidade de um protocolo de RFS cíclico e seu efeito sobre a pressão arterial e os níveis de norepinefrina em comparação com a RT convencional [29]. A duração da sessão de exercício para ambas as condições foi de 40 minutos (dividida em blocos de 4 x 10 min). Para o treinamento RFS, cada bloco de 10 min consistiu em um período de exercício de 5 min com o manguito inflado e 5 min de reperfusão com o manguito desinflado. Para o TR convencional (65% de 1RM), a sessão foi realizada da mesma forma, mas sem manguitos infláveis na coxa [29]. Os resultados demonstraram que a norepinefrina plasmática, o volume sistólico, o débito cardíaco, a pressão arterial média e a resistência periférica total foram aumentadas com RT convencional em comparação com o treinamento RFS [29]. Esse aumento atenuado na atividade simpática e nas respostas hemodinâmicas durante a RFS cíclica (período de exercício de 5 minutos com o manguito inflado e reperfusão de 5 minutos com o manguito desinflado) poderia ser potencialmente adaptado para populações clínicas [29].

No entanto, ao contrário de pesquisas em populações hipertensas, nossos dados não mostraram diferenças entre os diferentes tempos sob RFS na resposta hemodinâmica. É importante ressaltar que a resposta hemodinâmica a RFS é menor em populações normotensas [5]. Por esse motivo, esses dados não devem ser extrapolados para populações em que elevações excessivas da pressão arterial durante o exercício podem ser uma preocupação. Assim, estudos que investiguem o tempo sob RFS em populações específicas (por exemplo, hipertensos) devem ser realizados para melhor determinar os parâmetros para prescrição desse tipo de exercício.

Uma diretriz recente recomendou que o tempo de restrição durante o TR deve ser entre 5 e 10 minutos por exercício com pelo menos 1-3 minutos de reperfusão entre os exercícios [11]. Por outro lado, para o treinamento aeróbio (TA), o tempo de restrição recomendado é de 5 a 20 minutos [11]. Entretanto, o aumento do tempo sob restrição durante o TA pode aumentar desnecessariamente as respostas hemodinâmicas, principalmente em pacientes clínicos cujo reflexo pressor pode estar alterado.

Embora as acumulações metabólicas sejam tipicamente inferiores no TA, permitindo tempos mais longos sob restrição.

Futuras investigações sobre o exercício com RFS durante o TA poderiam buscar incorporar um modelo semelhante ao estudo atual para determinar respostas hemodinâmicas diferenciais em protocolos com RFS durante o TA com diferentes intervalos de tempo.

A literatura é limitada em relação aos protocolos que comparam diretamente a RFS com TA vs. RFS-TR sobre a resposta hemodinâmica. Um estudo anterior comparou os efeitos da RFS-TR (4 séries x 15 – 15 – 15 – 15 a 30% de 1RM a 50% POA, com 1 min de intervalo entre as séries) com o exercício RFS-TA (composto por 20 minutos de esteira contínua, andando a 40% do  $VO_{2pico}$  com 50% POA) nas respostas hemodinâmicas em idosos [30]. Em ambas as sessões, a aplicação contínua da pressão do manguito foi mantida durante todo o exercício, sendo liberada logo após a última repetição da última série durante o protocolo RFS e aos 20 min durante o exercício aeróbico com RFS. Curiosamente, independentemente de uma maior restrição de tempo com AT, observou-se menor PAS, PAD, pico de resistência vascular periférica e recuperação mais rápida da frequência cardíaca em relação ao RFS-TR [30]. Resultados semelhantes de redução da PAS e PAD foram observados em indivíduos normotensos quando a RFS-TR foi comparado a RFS-TA em outro estudo [31]. Esses resultados levantam considerações importantes com a RFS-TA que podem impactar a prescrição de RFS-TR na prática clínica. Apesar do maior tempo de restrição, a RFS-TA parece ser uma estratégia adequada para mitigar os aumentos excessivos de PAS e PAD associados a RFS-TR.

Embora mais pesquisas sejam necessárias para determinar os parâmetros ideais de aplicação (por exemplo, intensidade, duração e pressões de RFS), a RFS-TA provavelmente exibe essas alterações devido a um acúmulo atenuado de metabólitos intramusculares, reduzindo a magnitude do reflexo pressor do exercício e a ativação simpática subsequente, apesar do maior tempo sob restrição [32]. Portanto, com base nos resultados do nosso estudo, pesquisas futuras devem investigar se a adição de restrição passiva antes de uma sessão de RFS-TA poderia alterar ainda mais as respostas hemodinâmicas. Além disso, a variabilidade da frequência cardíaca tem um potencial considerável para avaliar os efeitos do tempo sob restrição no sistema nervoso autônomo em pacientes de saúde e cardiovasculares e merece mais pesquisas.

Por fim, o aumento da pressão arterial durante o exercício ocorre por um mecanismo conhecido como reflexo pressor, no qual estimula o sistema nervoso simpático e inibe o sistema nervoso parassimpático [4]. Em nossos resultados, a PAS não apresentou diferença significativa entre os protocolos, porém a PAD foi significativamente maior nos protocolos com RFS independente do tempo sob RFS. Especulamos que o aumento da PAD em RFS-5 e RFS-10 seja devido à congestão do sistema venoso causada pela aplicação de manguitos durante o exercício [5].

Algumas limitações do presente estudo devem ser destacadas. Desenhos cruzados podem enfrentar problemas com efeitos de transporte e possíveis diferenças sistemáticas entre as respostas hemodinâmicas durante as últimas sessões em com-

paração com as primeiras sessões. Além disso, o método indireto do manguito usado para medir a resposta da pressão arterial durante o treinamento com RFS pode subestimar a PAS e superestimar os valores da PAD e a validade é muito baixa quando comparada à da pressão intra-arterial medida diretamente [33]. No entanto, considerando a aplicabilidade prática, a técnica auscultatória ainda é a abordagem tradicional para medir a PAS e PAD em ambientes clínicos. Por fim, a pressão arterial foi aferida após e não durante o exercício, e pós-treino foi aferida após a desinflação do manguito para manter tempos semelhantes sob restrição, de modo que os valores apresentados pudessem diferir daqueles alcançados durante o exercício. Em alinhamento com nossa metodologia, alguns trabalhos mediram a pressão arterial após a desinflação do manguito [26,34]. Além disso, pode haver uma subestimação das alterações hemodinâmicas pós-exercício devido à desinflação do manguito. É por isso que apenas o conjunto três foi usado para análise delta e não o conjunto 4 (pós-treinamento). Assim, o aumento da PA em séries anteriores foi atenuado pela deflação. Isso de fato subestimou a resposta da PA durante nosso protocolo. Estudos futuros devem manter a restrição na obtenção dos valores da pressão arterial, pois isso pode fornecer uma avaliação mais precisa.

### *Aplicações práticas*

Enquanto os dois tempos em RFS podem potencialmente aumentar a pressão arterial durante o exercício, o tempo longo (10 minutos) sob RFS mostrou um tamanho de efeito superior para PAS e PAD em indivíduos normotensos. Embora seja especulativo, manipular estrategicamente as variáveis de RFS pode aumentar a segurança de populações clinicamente comprometidas (por exemplo, hipertensos e pacientes em reabilitação cardíaca). Isso poderia aumentar o número de indivíduos hipertensos que buscam o treinamento RFS como forma de exercício.

## **Conclusão**

Com base nos resultados do presente estudo, o tempo sob RFS durante o exercício resistido não afeta a resposta da pressão arterial em indivíduos normotensos, apesar de um tamanho de efeito maior em durações mais longas. No entanto, devido à falta geral de estudos nessa temática, pesquisas futuras sobre esse tópico se justificam em TR de membros superiores, bem como em populações hipertensas.

### **Vínculo acadêmico**

Este artigo representa parte da dissertação de mestrado de Leandro Lima de Sousa, orientada pelo professor Dr. Carlos Ernesto Santos Ferreira da Universidade Católica de Brasília, Taguatinga, Distrito Federal, Brasil.

### **Conflito de interesse**

NR é o fundador da THE BFR PROS, uma empresa de educação de RFS que oferece workshops de treinamento RFS para profissionais de fitness e reabilitação em todo o mundo usando uma variedade de dispositivos RFS. O coautor NR não tem relações financeiras com nenhum fabricante/distribuidor de braçadeiras. Os demais autores declaram que a pesquisa foi realizada na ausência de qualquer relação comercial ou financeira que pudesse ser interpretada como potencial conflito de interesses.



### Fonte de financiamento

O presente estudo foi realizado sem financiamento.

### Contribuições dos autores

**Concepção e desenho da investigação:** Sousa LL, Ferreira CES, Nascimento DC; **Coleta de dados:** Sousa LL, Silva RC, Silva TF, Barbosa JMS; **Análise e interpretação dos dados:** Nascimento DC, Rolnick N, Rosa BV; **Análise estatística:** Nascimento DC, Rolnick N; **Redação do manuscrito:** Nascimento DC, Rolnick N, Sousa LL, Rosa BV, Ferreira CES; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Nascimento DC, Rolnick N, Ferreira CES.

## Referências

- Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2017;51(13):1003-11. doi: 10.1136/bjsports-2016-097071
- Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2019;49(1):95-108. doi: 10.1007/s40279-018-0994-1
- Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, et al. Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2018;48(2):361-78. doi: 10.1007/s40279-017-0795-y
- Spranger MD, Krishnan AC, Levy PD, O'Leary DS, Smith SA. Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2015;309(9):H1440-1452. doi: 10.1152/ajpheart.00208.2015
- Domingos E, Polito MD. Blood pressure response between resistance exercise with and without blood flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Life Sci* 2018;209:122-31. doi: 10.1016/j.lfs.2018.08.006
- Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exerc Sport Sci Rev* 2009;37(2):78-85. doi: 10.1097/JES.0b013e31819c2e5c
- Cuyul-Vasquez I, Leiva-Sepulveda A, Catalan-Medalla O, Berrios-Contreras L. Blood flow restriction training for people with cardiovascular disease: An exploratory review. *Rehabilitacion (Madr)* 2020;54(2):116-27. doi: 10.1016/j.rh.2020.01.005
- Wong V, Song JS, Bell ZW, Yamada Y, Spitz RW, Abe T, et al. Blood flow restriction training on resting blood pressure and heart rate: a meta-analysis of the available literature. *J Hum Hypertens* 2021. doi: 10.1038/s41371-021-00561-0
- Nascimento DC, Schoenfeld BJ, Prestes J. Potential implications of blood flow restriction exercise on vascular health: a brief review. *Sports Med* 2020;50(1):73-81. doi: 10.1007/s40279-019-01196-5
- Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi Yokota T, et al. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol* 2012;112(11):3915-20. doi: 10.1007/s00421-012-2377-x
- Patterson SD, Hughes L, Warmington S, et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Front Physiol* 2019;10:533. doi: 10.3389/fphys.2019.00533
- Chisholm DM, Collis ML, Kulak LL, Davenport W, Gruber N. Physical activity readiness. *B C Med J* 1975;17:375-8.
- Motykie GD, Zebala LP, Caprini JA, Lee CE, Arcelus JI, Reyna JJ, et al. A guide to venous thromboembolism risk factor assessment. *J Thromb Thrombolysis* 2000;9(3):253-62. doi: 10.1023/a:1018770712660
- O'Brien A, Redley B, Wood B, Botti M, Hutchinson AF. STOPDVTs: Development and testing of a clinical assessment tool to guide nursing assessment of postoperative patients for Deep Vein Thrombosis. *J Clin Nurs* 2018;27(9-10):1803-11. doi: 10.1111/jocn.14329
- Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012;126(24):2890-2909. doi: 10.1161/CIR.0b013e318276fbc
- Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength

and power. *J Exerc Physiol* [Internet]. 2001[cited 2022 May 12];4(3). Available from: <https://www.asep.org/asep/asep/Brown2.pdf>

17. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc.* 2012; 44(3):406-12. doi: 10.1249/MSS.0b013e-318233b4bc

18. Moriggi R Junior, Mauro HD, Dias SC, Matos JM, Urtado MB, Camarço NF, *et al.* Similar hypotensive responses to resistance exercise with and without blood flow restriction. *Biol Sport* 2015;32(4):289-94. doi: 10.5604/20831862.1163691

19. Muntner P, Shimbo D, Carey RM, Charleston TG, Misra S, Meyers MG, *et al.* Measurement of blood pressure in humans: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2019;73(5):e35-e66. doi: 10.1161/HYP.000000000000087

20. Vischer AS, Burkard T. Principles of blood pressure measurement - current techniques, office vs ambulatory blood pressure measurement. *Adv Exp Med Biol* 2017;956:85-96. doi: 10.1007/5584\_2016\_49

21. Severin R, Sabbahi A, Albarrati A, Phillips SA, Arena S. Blood pressure screening by outpatient physical therapists: a call to action and clinical recommendations. *Phys Ther* 2020;100(6):1008-19. doi: 10.1093/ptj/pzaa034

22. Serdar CC, Cihan M, Yücel D, Serdar MA. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochem Med* 2021;31(1):010502. doi: 10.11613/BM.2021.010502

23. Cook NR, Cohen J, Hebert PR, Taylor JO, Hennekens CH. Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. *Arch Intern Med* 1995;155(7):701-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7695458/>

24. Strandberg TE, Pitkala K. What is the most important component of blood pressure: systolic, diastolic or pulse pressure?. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2003;12(3):293-7. doi: 10.1097/00041552-200305000-00011

25. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39(2):175-91. doi: 10.3758/bf03193146

26. Pinto RR, Polito MD. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clin Physiol Funct Imaging* 2016;36(5):407-13. doi: 10.1111/cpf.12245

27. Poton R, Polito MD. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging* 2016;36(3):231-6. doi: 10.1111/cpf.12218

28. Pinto RR, Karabulut M, Poton R, Polito MD. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clin Physiol Funct Imaging* 2018;38(1):17-24. doi: 10.1111/cpf.12376

29. Sprick JD, Rickards CA. Cyclical blood flow restriction resistance exercise: a potential parallel to remote ischemic preconditioning? *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2017;313(5):R507-R517. doi: 10.1152/ajpregu.00112.2017

30. Sardeli A, Ferreira M, Santos L, Cavaglieri C, Chacon-Mikahil MJS. Cardiovascular responses during and after aerobic and strength exercises with blood flow restriction in older adults. 2021. doi: 10.1016/j.scispo.2021.04.008

31. May AK, Brandner CR, Warmington SA. Hemodynamic responses are reduced with aerobic compared with resistance blood flow restriction exercise. *Physiol Rep* 2017;5(3). doi: 10.14814/phy2.13142

32. Loenneke JP, Thrower AD, Balapur A, Barnes JT, Pujol TJ. Blood flow-restricted walking does not result in an accumulation of metabolites. *Clin Physiol Funct Imaging* 2012;32(1):80-2. doi: 10.1111/j.1475-097X.2011.01059.x

33. Dankel SJ, Kang M, Abe T, Loenneke JP. A meta-analysis to determine the validity of taking blood pressure using the indirect cuff method. *Curr Hypertens Rep* 2019;21(1):11. doi: 10.1007/s11906-019-0929-8

34. Araújo JP, Silva ED, Silva JC, Souza TS, Lima EO, Guerra I, Sousa MS. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *J Hum Kinet* 2014;12;43:79-85. doi: 10.2478/hukin-2014-0092

