

## EFICÁCIA DE 24 SEMANAS DE CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO NA ATIVAÇÃO E FORÇA MUSCULAR EM IDOSAS COM SOBREPESO E OSTEOPOROSE: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

S. T. BITTAR\*, H.H. DOS SANTOS, L. S. OLIVEIRA, L. S. LEANDRO, R. M. MACHADO, G. C. LAURENTINO, M.S CIRILO-SOUSA

Universidade Federal da Paraíba

ORCID ID: <https://orcid.org/0000000331019217>

[simonibittar@hotmail.com](mailto:simonibittar@hotmail.com)

Submitted September 6, 2023 - Accepted December 1, 2023

DOI: 10.15628/holos.2023.15928

### RESUMO

O presente estudo objetivou analisar o efeito de 24 semanas de TA com RFS na ativação e força muscular de idosas com excesso de peso e osteopenia/osteoporose. Trinta mulheres idosas [66 (5) anos] foram aleatoriamente designadas para uma das três intervenções: CAM (caminhada de intensidade moderada), CAM+RFS (caminhada de baixa intensidade com RFS) ou RFS (RFS sozinho). A ativação muscular (EMGS) e a força dos flexores e extensores do joelho foram mensuradas, respectivamente, por eletromiografia de superfície e dinamometria, pré-intervenção e após 12 e 24 semanas. O EMGs dos

extensores do joelho e a força dos flexores do joelho aumentaram de forma semelhante em todas as intervenções em 24 semanas ( $p<0,05$ ). Um tamanho de efeito moderado (ES, Cohen's d) foi observado na EMGs dos extensores do joelho (ES= 0,65) para o CAM+RFS em comparação com o CAM. Os ESs para a força dos flexores do joelho foram -0,86 e -0,69, respectivamente para RFS e CAM+RFS em comparação com CAM. Portanto, as intervenções baseadas no método de RFS apresentaram ganhos de força semelhantes, no entanto, mulheres idosas podem alcançar ganhos neuromusculares de longo prazo ao longo de 24 semanas.

**Palavras-chave:** envelhecimento, exercício aeróbico, oclusão vascular, eletromiografia.

## EFFECTIVENESS OF 24 WEEKS OF WALKING WITH RESTRICTED BLOOD FLOW ON MUSCLE ACTIVATION AND STRENGTH IN OVERWEIGHT ELDERLY WOMEN WITH OSTEOPOROSIS: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

### ABSTRACT

The present study aimed to analyze the effect of 24 weeks of AT with RFS on muscle activation and strength in overweight elderly women with osteopenia/osteoporosis. Thirty elderly women [66 (5) years] were randomly assigned to one of three interventions: CAM (moderate-intensity walking), CAM+RFS (low-intensity walking with RFS), or RFS (RFS alone). Muscle activation (EMGS) and knee flexor and extensor strength were measured, respectively, by surface electromyography and dynamometry, pre-

intervention and after 12 and 24 weeks. Knee extensor EMGs and knee flexor strength increased similarly across all interventions at 24 weeks ( $p<0.05$ ). A moderate effect size (ES, Cohen's d) was observed in knee extensor EMGs (ES=0.65) for CAM+RFS compared to CAM. The ESs for knee flexor strength were -0.86 and -0.69, respectively for RFS and CAM+RFS compared to CAM. Therefore, interventions based on the RFS method showed similar strength gains, however, elderly women can achieve long-term neuromuscular gains over 24 weeks.

**Keywords:** aging, aerobic exercise, vascular occlusion, electromyography.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento leva a uma perda natural e multifatorial de força e potência muscular, sem doenças musculares ou neurológicas associadas denominada dinapenia (Hackney, Brown, Stone & Tennent, 2018). Idosos apresentam alta prevalência de dinapenia, aumento da incapacidade funcional e risco de quedas (Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H & Manini TM, 2017). Por sua vez, a osteoporose causa fragilidade óssea, com consequente aumento do risco de fraturas devido à deterioração induzida pela idade da microarquitetura do tecido ósseo (Howe et al, 2011). Além disso, estudos anteriores relataram o risco de algumas fraturas fora da coluna (por exemplo, úmero proximal, tornozelo e fraturas proximais do fêmur) em adultos mais velhos com excesso de tecido adiposo (Kelly, Gilman, Boschiero & Ilich, 2019; Scott et al, 2016). Assim, reconhecer as comorbidades em idosos (osteopenia/osteoporose, dinapenia e sobrepeso/obesidade) pode ajudar a orientar um tratamento planejado em vez de tratar cada estado de doença isoladamente (Kelly et al., 2019).

Para melhorar a saúde óssea do idoso, principalmente com osteopenia/osteoporose, as intervenções devem promover estímulos para aumentar a densidade mineral óssea, como estímulos mecânicos (teoria mecanostática) (Torres-Costoso, Lopez-Munoz, Martinez-Vizcaino, Alvarez-Bueno, Cavero-Redondo, 2020) e aumento do metabolismo do glicogênio muscular (Kanazawa et al, 2009). Além disso, o exercício físico pode melhorar a ativação e a força muscular, diminuindo episódios de quedas e possíveis fraturas em idosos (Clark & Manini, 2012). Por essas razões, o treinamento de força tradicional e o treinamento aeróbico (TA) de intensidade moderada a vigorosa têm sido comumente recomendados para melhorar a saúde e mitigar a incapacidade física relacionada ao envelhecimento (Haskell et al, 2007). Segundo (kneffel, Murlasits, Reed, Krieger, 2021), em um estudo realizado na Hungria, Catar e Estados Unidos compararam a força muscular e as adaptações hipertróficas aos programas de treinamento de resistência realizados com diferentes frequências de treinamento em adultos com mais de 60 anos de idade e constatou que as melhorias na força dos membros superiores e inferiores foram dependentes do número de dias de treinamento e que a frequência do treinamento de resistência não afetou a hipertrofia muscular. Um outro estudo realizado na Espanha (i Iranzo, Balasch-Bernat, Tortosa-Chuliá, Balasch-Parisi, 2018) com um grupo de 37 idosos com sarcopenia, comparou os efeitos de dois programas de treinamento de resistência na musculatura periférica e respiratória sobre a massa e força muscular e desempenho físico. E concluíram que os grupos de treinamento apresentaram melhora na pressão inspiratória e expiratória estática máxima, extensão do joelho e flexão do braço e não houve alteração significativa na velocidade de marcha em nenhum dos grupos estudados. No entanto, inúmeros idosos apresentam limitações para realizar um programa de exercícios tradicionais devido a comorbidades, alto estresse mecânico aos ossos e articulações (Centner, Wiegel, Gollhofer & Konig, 2019), cargas elevadas e tempo disponível por sessão. Nessa perspectiva, a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) tem sido investigada como um método alternativo combinado com treinamento resistido ou TA para promover diferentes benefícios à saúde de idosos (Centner et al., 2019; Douris et al, 2020).



Estudos recentes relataram que o TA com RFS aumenta a força muscular, a hipertrofia muscular e a função física (Centner et al., 2019; Douris et al, 2020) e há promessas de efeitos positivos no metabolismo ósseo (Bittar, Pfeiffer, Santos & Cirilo-Sousa, 2018; Ferlito, Pecce, Oselame & De Marchi, 2020) na população idosa. A caminhada de baixa carga com RFS demonstrou melhorias na extensão isocinética do joelho (Abe et al, 2009) e flexão (Ozaki, Miyachi, Nakajima & Abe, 2011; Ozaki et al, 2011), força dinâmica máxima (leg press e leg curl), área de secção transversa do músculo (Abe et al, 2009; Ozaki, Miyachi, Nakajima & Abe, 2011), complacência arterial carotídea (Ozaki et al., 2011) e capacidade funcional (Abe et al, 2010; Clarkson, Conway & Warmington, 2017; Ozaki et al, 2011) de idosos saudáveis. Apesar desses benefícios, em algumas investigações, a aplicação do RFS foi de curto prazo e controversa (Abe et al, 2009; Abe et al, 2010; Ozaki et al, 2011) uma vez que foram utilizadas pressões arbitrárias (não individualizadas), o que pode ser um grave erro metodológico, tanto afetando os resultados quanto aumentando os riscos à saúde do idoso. Portanto, o TA associado ao RFS pode ser mais tolerável e relevante para pessoas com força muscular limitada e/ou fragilidade óssea (Howe et al, 2011). No entanto, os efeitos crônicos do TA com RFS na ativação e força muscular em idosos (idade > 60 anos) com osteoporose/osteopenia são pouco estudados.

Para entender completamente a prática clínica do RFS para promover os benefícios mencionados acima e suas relações com a saúde óssea de mulheres idosas, o presente estudo teve como objetivo aplicar o TA combinado com o RFS (usando pressões individualizadas) e analisar o efeito de 24 semanas de TA com RFS na ativação e força muscular de idosas com excesso de peso e osteopenia/osteoporose. É de conhecimento, que durante o envelhecimento, a capacidade de funcionamento do organismo diminui de modo natural e fisiológico (Cabral, S. Silva, Bispo, M. Silva, 2016), há um aumento da fragilidade óssea, que resulta em graves perdas físicas com o aumento do risco de quedas e fraturas, psicológicas e sociais que muitas vezes deixam sequelas, impossibilitam a realização das atividades diárias, levando o idoso à dependência de terceiros e frequentes hospitalizações (Cabral, S. Silva, Bispo, M. Silva, 2016), aumentando assim os gastos com a saúde pública, Sabe-se que a quantidade de políticas públicas voltadas ao idoso não atendem a crescente demanda desta população, fator decorrente do aumento da expectativa de vida do idoso no contexto social brasileiro (Xavier, 2012), sendo assim, nossa hipótese é que o TA de baixa intensidade com RFS promove um aumento na ativação e força muscular semelhante ao TA de intensidade moderada e que o método RFS individualizado pode auxiliar diferentes terapêuticas para projetar sessões de treinamento mais eficazes e toleráveis e maximizar as adaptações na ativação e força muscular em mulheres idosas com comorbidades, reduzindo assim os gastos com a saúde pública e melhorando a qualidade de vida.

## 2. MATERIAIS E MÉTODO

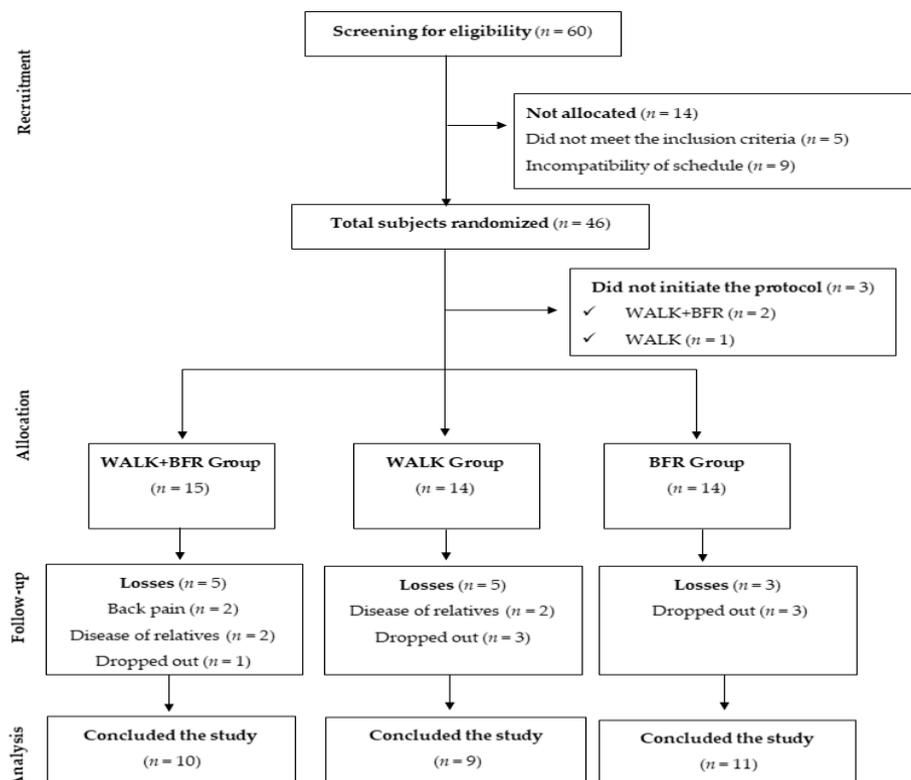
### 2.1 Participantes

As idosas foram selecionadas a partir dos seguintes critérios: idade  $\geq$  60 anos; pós-menopausa; com osteopenia (Tscore [desvio padrão] =  $-1,0$  a  $-2,5$ ) ou osteoporose (Tscore [desvio



padrão]  $\leq -2,5$ ) em pelo menos uma das áreas analisadas por absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) (Tabela 1); nenhuma terapia hormonal nos últimos 3 meses antes do estudo; nenhum treinamento de TA e resistido nos últimos 3 meses antes do estudo; irregularmente ativo de acordo com o Questionário Internacional de Atividade Física (caminhada com frequência  $\leq 3$  vezes por semana e duração  $\leq 30$  minutos ou caminhada 4 vezes por semana com duração  $\leq 20$  minutos e atividade física moderada uma vez por semana com duração  $\leq 30$  minutos); Índice tornozelo-braquial entre 0,91 e 1,30; ausência de doenças musculoesqueléticas ou cardiorrespiratórias; e não uso de medicamentos que possam interferir no metabolismo ósseo (por exemplo, corticosteróides). Foram excluídas as idosas com dor musculoesquelética ou disfunção osteomioarticular durante o período de intervenção, que compareceram a menos de 85% da sessão ou que desistiram.

Um total de 60 mulheres se voluntariaram para o presente estudo. No entanto, cinco participantes não atenderam a todos os critérios de inclusão, nove não conseguiram encaixar o estudo em seu cronograma, três solicitaram a desistência do estudo antes de iniciar o treinamento e 13 participantes abandonaram o estudo durante o treinamento por motivos pessoais ( Figura 1). Assim, 30 idosas [idade: 66 (5) anos; massa corporal: 66,2 (10,7) kg; altura: 1,52 (0,04) m; IMC: 28,7 (4,5) kg/m<sup>2</sup>] que estavam acima do peso ( $24,9 < \text{IMC} < 30$  kg/m<sup>2</sup>) e tinham osteopenia/osteoporose foram incluídos no estudo (Tabela 1). Os participantes foram orientados a manter sua dieta habitual e atividades diárias durante a intervenção. No entanto, nenhum monitoramento nutricional e de estilo de vida foi realizado. Os participantes foram recrutados em uma clínica de fisioterapia e em uma associação de aposentados da universidade local. O estudo foi realizado em João Pessoa-PB, no nordeste do Brasil.



**Figura 1. Exemplo de fluxograma de recrutamento. CAM+RFS, caminhada de baixa intensidade com intervenção de restrição do fluxo sanguíneo; CAM, intervenção de caminhada de intensidade moderada; RFS, intervenção de restrição do fluxo sanguíneo.**

O tamanho da amostra a priori foi estimado usando o software G\*Power 3.1.9 (Franz Faul, University Kiel, Alemanha) para uma RM-ANOVA (interação interna), dado  $\alpha = 0,05$ , potência  $(1-\beta) = .8$ , e tamanho do efeito (ES) = 0,7 (grande). Portanto, foi necessário um mínimo de 27 participantes. Um tamanho de efeito semelhante foi observado em ensaios clínicos anteriores envolvendo a abordagem RFS com mulheres idosas (Clarkson et al., 2017; Ozaki, Miyachi, Nakajima, & Abe, 2011; Ozaki et al, 2011). Como alguns voluntários negaram ou não puderam realizar as avaliações, as análises foram realizadas por protocolo.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (CAAE: 67125317.1.0000.5188) de acordo com a Declaração de Helsinki e registrado na Plataforma Brasileira de Registro de Ensaios Clínicos (RBR-3d957w). O consentimento informado foi obtido de todos os participantes individuais incluídos no estudo.

**Tabela 1. Dados antropométricos, demográficos e de densidade mineral óssea dos participantes.**

Variáveis	Total	Grupo CAM	Grupo CAM+RFS	Grupo RFS
	(n = 30)	(n = 9)	(n = 10)	(n = 11)
Idade (anos)	66.0 (4.6)	64.1 (2.5)	65.2 (5.3)	68.4 (4.7)
Estatura (m)	1.52 (0.04)	1.52 (0.04)	1.53 (0.05)	1.50 (0.03)
Massa Corporal (kg)	66.2 (10.7)	64.7 (10.5)	69.4 (8.2)	64.9 (12.8)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28.7 (4.5)	28.0 (4.1)	29.7 (3.3)	28.6 (5.7)

*Raça*

Branco	9 (30.0)	2 (22.2)	5 (50.0)	2 (18.2)
Preto	10 (33.3)	2 (22.2)	5 (50.0)	3 (27.3)
Pardo	11 (36.7)	5 (55.6)	0 (0.0)	6 (54.5)
<i>Densidade Mineral Óssea</i>				
E-CL				
Normal	5 (16.7)	2 (22.2)	1 (10.0)	2 (18.2)
Osteopenia	16 (53.3)	5 (55.6)	6 (60.0)	5 (45.5)
Osteoporose	9 (30.0)	2 (22.2)	3 (30.0)	4 (36.4)
E-CF				
Normal	6 (20.0)	2 (22.2)	2 (20.0)	2 (18.2)
Osteopenia	22 (73.3)	7 (77.8)	8 (80.0)	7 (63.6)
Osteoporose	2 (6.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (18.2)
E-F				
Normal	14 (46.7)	6 (66.7)	4 (40.0)	4 (36.4)
Osteopenia	14 (46.7)	3 (33.3)	5 (50.0)	6 (54.5)

Osteoporose	2 (6.7)	0 (0.0)	1 (10.0)	1 (9.1)
-------------	---------	---------	----------	---------

**Nota:** Os dados contínuos são apresentados como média (DP) e os dados categóricos como frequência absoluta e relativa (%). Abreviaturas: CAM+RFS, caminhada de baixa intensidade com intervenção de restrição do fluxo sanguíneo; CAM, intervenção de caminhada de intensidade moderada; RFS, intervenção de restrição do fluxo sanguíneo; E-CL, escore coluna lombar total; E-CF, escore total do colo femoral total; E-F, escore do fêmur total; IMC, índice de massa corporal.

## 2.2 Desenho experimental e procedimentos

Foi realizado um ensaio clínico randomizado fatorial 3x3 (grupo de treinamento: WALK, WALK+BFR ou BFR) × (tempo: basal, 12 e 24 semanas). No primeiro dia, as idosas realizaram medidas de índice tornozelo-braquial, composição corporal por DXA (Lunar Prodigy Advance®, GE Healthcare, EUA), pressão de RFS e consumo máximo de oxigênio (VO2pico). No segundo dia, 48 horas após a primeira sessão, a ativação e a força muscular foram registradas concomitantemente, por eletromiografia e dinamometria, e do terceiro ao quinto dia, foram realizadas três sessões de familiarização seguidas da intervenção. Os resultados foram avaliados no início do estudo, após 12 semanas e 24 semanas (Figura 2). Os participantes foram randomizados (www.randomization.com) entre os grupos de intervenção antes de iniciar a coleta de dados. Um dos pesquisadores estava cego para as análises estatísticas. Todos os voluntários foram orientados a não mudar seus hábitos durante o estudo (6 meses), ficando livres de restrições alimentares ou qualquer tipo de orientação nutricional.

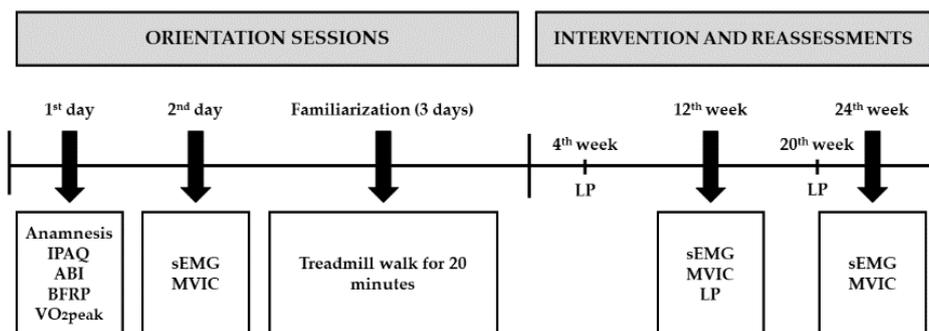


Figura 2. Desenho do estudo. ITB, índice tornozelo-braquial; PRFS, pressão de restrição do fluxo sanguíneo; IPAQ, Questionário Internacional de Atividade Física; VO2pico, consumo máximo de oxigênio; EMGs, eletromiografia de superfície; CIVM, contrações isométricas voluntárias máximas. PC, progressão da carga (velocidade da esteira).

### 2.2.1 Consumo Máximo de Oxigênio

Para estimar o VO2pico (ml.kg-1.min-1) e garantir a progressão da velocidade na esteira (820EX, Embrex, Brasil) para o TA, foi realizado um teste submáximo (Cirilo-Sousa et al, 2014). O teste foi interrompido quando os voluntários atingiram 85% da frequência cardíaca máxima prevista (210 – idade), respondendo acima de 7 na escala de percepção subjetiva de esforço para

exercício de caminhada/corrida (Borg 0-10), ou desistência voluntária por fadiga muscular ou aparência cianótica. A progressão na carga de treinamento (velocidade da esteira) foi realizada nas semanas 4, 12 e 20 (Figura 2).

### 2.2.2 Dinamometria

A força isométrica máxima do joelho foi medida por meio de um dinamômetro digital (DD-300, Instrutherm Ltda., Brasil) com o participante sentado em uma cadeira Bonett adaptada, mantendo o joelho em ângulo de 60° para os extensores e 30° para os flexores, medidos por um flexímetro (Instituto Código de Pesquisa, Brasil), com o tronco apoiado no encosto e estabilizado por cintas de contenção no tronco, pelve e coxa do membro inferior a ser avaliado. Durante todos os procedimentos do teste, os participantes foram instruídos a segurar firmemente os apoios laterais do assento para estabilizar todos os segmentos corporais. Os participantes realizaram três repetições submáximas, 20 minutos antes da coleta de dados para se familiarizarem com os procedimentos.

O teste consistiu em uma série de três contrações isométricas voluntárias máximas por 5 segundos, com 1min de intervalo entre as contrações, sendo registrada a média das 3 contrações isométricas.

### 2.2.3 Eletromiografia

A eletromiografia de superfície (EMGs) dos músculos flexores (semitendíneo – ST e bíceps femoral – BF) e extensores (vasto medial – VM e vasto lateral – VL) do joelho foi registrada usando um eletromiógrafo (W4X8, Biometrics Ltd., Reino Unido) com oito canais, Bluetooth e as seguintes especificações técnicas: hardware com placa de conversão analógico-digital de 12 bits; amplificador com ganho de 1000x; Filtro passa-banda de 20 a 500 Hz (Butterworth de segunda ordem); taxa de rejeição de modo comum > 100 dB; relação sinal-ruído < 3  $\mu$ V raiz quadrada média; impedância de 109 Ohm; eletrodos simples superficiais, bipolares, ativos, diferenciais, com pré-amplificação de 20x; e uma frequência de amostragem de 1000 Hz. Após tricotomia, limpeza da pele e marcação dos pontos com henna, os eletrodos foram fixados nos músculos ST, BF, VL e VM, de acordo com a Eletromiografia de Superfície para Avaliação Não Invasiva dos Músculos – SENIAM (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug & Rau, 2000), enquanto o eletrodo de referência foi fixado no maléolo lateral do membro contralateral, sempre pelo mesmo examinador. A raiz quadrada média foi usada para processar o sinal dos 3 segundos centrais da janela de sinal durante os 5 segundos de contração isométrica voluntária máxima. O valor de referência para normalização do sinal de EMGs foi o pico máximo de contração isométrica voluntária de cada músculo, e para garantir a comparação entre sujeitos e grupos, os valores de VL+VM e BF+ST foram somados. Tanto para registro da força quanto para EMGs, a randomização foi realizada entre os membros inferiores ([www.randomization.com](http://www.randomization.com)).

#### 2.2.4 Restrição de Fluxo Sanguíneo (avaliação e intervenção)

A pressão arterial total de oclusão do membro (PAO) foi medida por meio do Doppler vascular (MedPeg® DV-2001, Ribeirão Preto, SP, Brasil). A sonda foi posicionada sobre a artéria tibial posterior ou pedial para determinar a pressão arterial (mmHg) do membro inferior. Os voluntários permaneceram em decúbito dorsal e um esfigmomanômetro de pressão arterial padrão para pacientes obesos (largura 180 mm; comprimento 900 mm) foi fixado na região da prega inguinal e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria tibial foi interrompido de acordo ao estudo de Laurentino et al. (2012). A PAO foi medida no início, e após 12 e 24 semanas de treinamento, a fim de verificar possíveis adaptações morfológicas (ou seja, aumento da massa muscular) que poderiam influenciar nos valores da PAO.

Para os grupos CAM+RFS e RFS, os manguitos de garrote pneumático foram colocados nas porções proximais das coxas e permaneceram inflados durante toda a sessão (Laurentino et al, 2012). Em geral, o protocolo de pressão do RFS (pressão do cuff) foi aplicado da seguinte forma: familiarização e no 1º mês [20% PAO= 35,2 (5,3) mmHg]; 2º mês [30% PAO= 52,5 (8,1) mmHg]; 3º mês [40% PAO= 65,6 (12,4) mmHg]; e 4º ao 6º mês [50% PAO= 82,4 (13,8) mmHg]. Por ser uma intervenção de longo prazo (24 semanas) com o método de restrição do fluxo sanguíneo em comparação com outros estudos com idosos (Abe et al, 2010), optamos por aumentar a pressão de restrição mensalmente até que o máximo pudesse chegar a 50% (5º e 6º mês) da pressão do RFS, pois a literatura tem apresentado evidências de que 50% do RFS promove efeitos semelhantes a 80% do RFS e não parecem promover algum dano à saúde ou desconforto (Loenneke, Thiebaud, Abe & Bemben, 2014).

Antes de cada sessão de treinamento, as mulheres realizaram um alongamento de membros superiores por 10 minutos com ênfase na cadeia ântero-interna, cadeia posterior e músculos extensores de ombros e tronco. Em seguida, foi realizado um alongamento de membros inferiores para os músculos extensores e flexores do joelho. Por fim, os participantes realizaram um dos três protocolos de treinamento – com progressão de velocidade para o TA, os quais foram prescritos de acordo com o teste de VO<sub>2</sub>pico a seguir: (1) CAMINHADA: Os participantes realizaram 20 minutos de caminhada de intensidade moderada em uma esteira ergométrica esteira a 60% VO<sub>2</sub>pico, (2) CAMINHADA+RFS: Os participantes realizaram 20 minutos de caminhada de baixa intensidade em esteira ergométrica a 40% VO<sub>2</sub>pico combinado com RFS, (3) RFS: Os participantes, deitados em decúbito dorsal, realizaram 20 minutos de RFS. Todos os protocolos de intervenção foram realizados 3 vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira) durante 6 meses. A Tabela 2 resume a média da resposta da FC e pressão do balonete (cuff) em diferentes porcentagens de PAO aplicadas durante a intervenção.

**Tabela 2. Resposta da frequência cardíaca (FC) e pressão do manguito em diferentes porcentagens da pressão arterial de oclusão do membro (PAO) (direita e esquerda) das sessões de treinamento durante a intervenção.**

Tempo	Variáveis	Grupo		
		CAM	CAM+RFS	RFS
	FC (bpm)	104 (8)	98 (8)	73 (8)
1 <sup>st</sup> mês	20% PAO direito (mmHg)		34.3 (4.6)	36.5 (6.1)
	20% PAO esquerdo (mmHg)		33.4 (5.8)	36.5 (7.6)
	FC (bpm)	102 (7)	96 (7)	71 (7)
2 <sup>nd</sup> mês	30% PAO direito (mmHg)		51.4 (6.9)	54.7 (9.1)
	30% PAO esquerdo (mmHg)		50.1 (8.7)	54.7 (11.3)
	FC (bpm)	101 (5)	97 (9)	71 (8)
3 <sup>rd</sup> mês	40% PAO direito (mmHg)		68.5 (9.1)	72.9 (12.1)
	40% PAO esquerdo (mmHg)		66.8 (11.6)	72.9 (15.1)
	FC (bpm)	101 (6)	98 (8)	71 (8)
4 <sup>th</sup> mês	50% PAO direito (mmHg)		85.6 (11.4)	91.1 (15.1)
	50% PAO esquerdo (mmHg)		83.5 (14.5)	91.1 (18.9)
5 <sup>th</sup> mês	FC (bpm)	100 (5)	98 (8)	70 (8)

	50% PAO direito (mmHg)		85.6 (11.4)	91.1 (15.1)
	50% PAO esquerdo (mmHg)		83.5 (14.5)	91.1 (18.9)
	FC (bpm)	100 (3)	98 (6_)	68 (7)
6 <sup>th</sup> mês	50% PAO direito (mmHg)		85.6 (11.4)	91.1 (15.1)
	50% PAO esquerdo (mmHg)		83.5 (14.5)	91.1 (18.9)

**Nota:** Dados apresentados pela média (DP).

### 2.3 Análise estatística

Múltiplas imputações de dados ausentes dos resultados foram realizadas para variáveis EMGs com valores ausentes nas avaliações após 12 semanas. Os dados apresentaram distribuição normal (teste de Shapiro-Francia) e são relatados por média e erro padrão (SE). Os dados foram analisados usando ANOVA de medidas repetidas bidirecionais (3 condições de treinamento × 3 tempos). Se um efeito significativo de grupo, tempo ou interação foi observado, análises post hoc foram realizadas pelo post hoc HSD desigual (método Tukey-Kramer). O teste de Levene confirmou que a variância do erro das variáveis dependentes era igual entre os grupos. O teste de Mauchly foi utilizado para testar a suposição de esfericidade e, quando ela foi violada, foram utilizados os valores corrigidos de Greenhouse-Geisser. Além disso, o tamanho do efeito (TE) foi estimado pelo  $d$  de Cohen (desenhos pré-teste para pós-teste e delineamento pré-pós-controle), em que grupo CAM foi considerado como referência, usando a calculadora psicométrica e interpretado como:  $d < 0,20$  trivial,  $d = 0,20-0,59$  pequeno,  $d = 0,60-1,19$  moderado,  $d = 1,20-1,99$  grande,  $d = 2,00-3,99$  muito grande e  $d \geq 4,0$  quase perfeito (Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin, 2009). Para avaliar a correlação entre a ativação muscular e a força dos flexores e extensores do joelho no início, 12 e 24 semanas de intervenção, foi utilizado o teste de correlação de Pearson. Os dados foram analisados usando o TIBCO Statistica versão 14 (TIBCO Software Inc., EUA) e os gráficos foram construídos usando GraphPad Prism 8 (software GraphPad, LLC, EUA). Os resultados em  $P < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos.

## 3 RESULTADOS

A comparação da ativação muscular (EMGs) e força para flexores e extensores de joelho ao longo das 24 semanas de intervenção em idosas com excesso de peso e osteopenia/osteoporose

estão resumidas na Figura 3. Não houve diferenças significativas entre os grupos para nenhuma variável na linha de base ( $P > .05$ ).

### 3.1 Eletromiografia de superfície dos músculos flexores e extensores do joelho

Um efeito principal significativo foi encontrado para o tempo no EMGs dos flexores do joelho ( $F2, 54 = 12,7, P = 0,001$ ) e extensores ( $F2, 54 = 47,7, P = 0,001$ ). Além disso, uma interação significativa de condição de treinamento  $\times$  tempo foi encontrada apenas no EMGs dos extensores do joelho ( $F4, 54 = 3,4, P = 0,014$ ). A análise post hoc revelou que todos os grupos melhoraram a ativação muscular dos extensores do joelho em 24 semanas de maneira semelhante, mas apenas o grupo RFS aumentou a ativação muscular em 12 semanas em comparação com a linha de base (Figura 3).

Pela análise do TE, o grupo CAM+RFS apresentou TEs pequenos e moderados para EMGs, respectivamente em 12 semanas ( $d = 0,59$ ) e 24 semanas ( $d = 0,95$ ) para os flexores do joelho. Para os extensores do joelho, TEs triviais e adversos foram encontrados para CAM+RFS em 12 semanas ( $d = 0,16$ ) e 24 semanas ( $d = -0,19$ ), respectivamente.

Além disso, o grupo BFR apresentou TEs pequenos e moderados, respectivamente em 12 semanas ( $d = 0,52$ ) e 24 semanas ( $d = 0,99$ ) para os flexores do joelho. Para os extensores do joelho, TEs pequenos foram encontrados apenas para RFS em 12 semanas ( $d = 0,28$ ) e 24 semanas ( $d = 0,52$ ), respectivamente.

### 3.2 Força dos músculos flexores e extensores do joelho

Um efeito principal significativo foi encontrado para o tempo na força dos flexores do joelho ( $F2, 54 = 52,5, P = 0,001$ ) e extensores ( $F1,6, 43,6 = 43,6, P = 0,001$ ). Além disso, uma interação condição  $\times$  tempo de treinamento significativa foi encontrada apenas na força dos flexores do joelho ( $F4, 54 = 3,4, P = 0,015$ ). A análise post hoc revelou que todos os grupos apresentaram uma melhora semelhante na força dos flexores do joelho em 24 semanas (Figura 3).

Pela análise do TE, o grupo CAM+RFS apresentou TEs em 12 semanas ( $d = -.09$ ) e 24 semanas ( $d = -.66$ ) para a força dos flexores do joelho. Para os extensores de joelho, apenas TEs triviais foram encontrados para CAM+RFS em 12 semanas ( $d = 0,07$ ) e 24 semanas ( $d = 0,07$ ), respectivamente. Além disso, o grupo RFS apresentou TEs, respectivamente em 12 semanas ( $d = -.06$ ) e 24 semanas ( $d = -.80$ ) para os flexores do joelho. Para os extensores do joelho, TEs foram encontrados para RFS em 12 semanas ( $d = -.04$ ) e 24 semanas ( $d = -.16$ ), respectivamente.

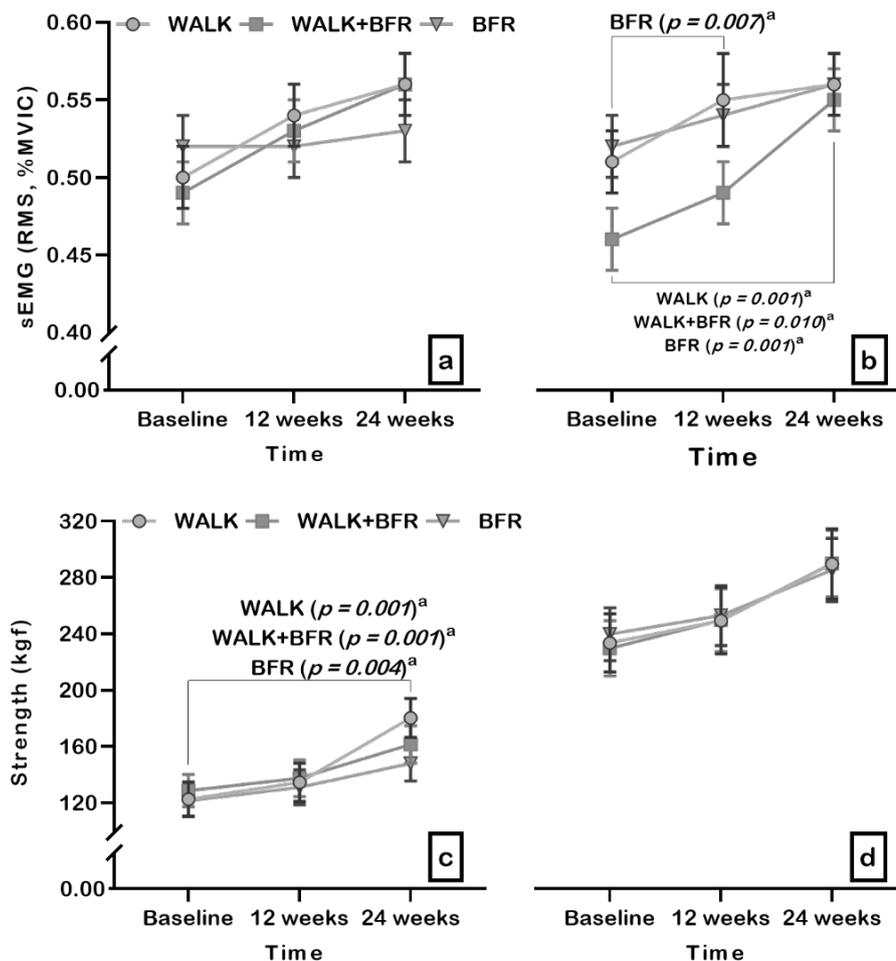


Figura 3. Ativação muscular (EMGs) [Painel a e b] e força muscular [Painel c e d] para flexores de joelho (lado esquerdo) e extensores (lado direito), respectivamente, ao longo das 24 semanas de intervenção em mulheres idosas com osteopenia ou osteoporose. Dados apresentados por média estimada e erro padrão. A diferença intragrupo post hoc (tempo),  $P < 0,05$ . CAM, intervenção de caminhada de intensidade moderada. CAM+RFS, caminhadas de baixa intensidade com intervenção de restrição do fluxo sanguíneo. RFS, intervenção de restrição do fluxo sanguíneo.

### 3.3 Correlações entre a força e a eletromiografia de superfície

As correlações entre a força e a EMGs dos flexores e extensores do joelho estão resumidas na tabela 3. O padrão de relação foi diferente para os grupos musculares e de treinamento.

Tabela 3. Correlação de Pearson (r) entre ativação muscular e força para flexores e extensores de joelho de idosas com sobrepeso com osteopenia ou osteoporose.

Variáveis	Tempo	Grupos de Treinamento		
		CAM	CAM+RFS	RFS
	Inicial	0.76 [0.19; 0.94]	-0.22 [-0.75; 0.47]	0.20 [-0.46; 0.71]
Flexores Joelho	12 semanas	0.74 [0.15; 0.94]	0.28 [-0.42; 0.77]	0.36 [-0.31; 0.79]
	24 semanas	0.48 [-0.27; 0.86]	0.67 [0.10; 0.91]	0.19 [-0.46; 0.71]
Extensores Joelho	Inicial	0.31 [-0.44; 0.80]	-0.14 [-0.71; 0.53]	-0.71 [-0.92; -0.20]
	12 semanas	0.54 [-0.18; 0.88]	-0.25 [-0.76; 0.45]	-0.70 [-0.91; -0.18]
	24 semanas	0.46 [-0.29; 0.86]	-0.28 [-0.77; 0.42]	-0.63 [-0.89; -0.04]

**Nota:** Dados relatados por  $r$  e [95% IC].

Abreviaturas: CAM+RFS, caminhada de baixa intensidade com intervenção de restrição do fluxo sanguíneo; CAM, intervenção de caminhada de intensidade moderada; RFS, intervenção de restrição do fluxo sanguíneo.

## 4 DISCUSSÃO

Este ensaio clínico randomizado combinou TA com RFS usando pressões individualizadas e analisou os efeitos crônicos na ativação muscular e força dos flexores e extensores do joelho em mulheres idosas. Nossa nova observação é que tanto o TA de baixa intensidade com RFS quanto o RFS sozinho ao longo de 24 semanas provocaram uma maior ativação muscular dos flexores do joelho em comparação com o TA exclusivamente. No entanto, o ganho de força dos flexores do joelho foi semelhante entre as intervenções em 24 semanas. Portanto, nossa hipótese de que o TA de baixa intensidade com RFS promoveria um aumento na ativação e força muscular semelhante ao TA de intensidade moderada foi parcialmente rejeitada.

A presente investigação reforça o uso de RFS como uma abordagem de reabilitação clínica eficaz, tolerável e potencial (Centner et al., 2019; Hughes et al, 2017). Em nosso estudo, esta afirmação é suportada pelas adaptações neuromusculares dos flexores do joelho (EMGs: +13%;

força: +22%) e extensores (EMGs: +18%; força: +19%) após 24 semanas apenas usando pressões individualizadas. Apesar disso, nossa análise estatística indicou que a ativação dos músculos selecionados parece ser mais suscetível de melhora do que o ganho de força em idosas com excesso de peso e osteopenia/osteoporose. Assim, mulheres mais velhas, para quem um programa de exercícios convencionais pode ser limitado devido a comorbidades, alto estresse mecânico para ossos e articulações, podem realizar este método alternativo de RFS (Centner et al., 2019).

Intervenções para reduzir a perda de força e ativação muscular parecem diminuir o risco de quedas e fraturas induzidas pelo envelhecimento, em que o risco de algumas fraturas fora da coluna é maior para idosos com sobrepeso/obesidade (Kelly et al., 2019; Scott et al, 2016). Exercícios aeróbicos ou de resistência combinados com a técnica RFS são recomendados para mitigar danos musculoesqueléticos (Hackney et al., 2018; Loenneke et al, 2012). É importante ressaltar que a falha na ativação muscular cria uma barreira ao benefício do treinamento de força, pois gera a incapacidade de contrair voluntariamente o músculo, prejudicando a função (Hackney et al., 2018). De acordo com Petterson et al. (2008), as alterações na ativação do quadríceps estão diretamente relacionadas à força muscular do quadríceps na degeneração da articulação do joelho, enquanto a perda de massa magra parece ser um mecanismo secundário de fraqueza em pacientes com osteoartrite.

Para a ativação dos flexores do joelho, foi encontrado um efeito moderado a favor do TA com RFS e apenas RFS em comparação com o TA de intensidade moderada. Embora o método RFS induza ativação muscular aguda mais intensa em comparação com uma condição de controle (Counts et al, 2016; Yasuda et al, 2009), as evidências são escassas sobre os efeitos a longo prazo de um TA com RFS na ativação muscular em idosos. No presente estudo, um dos fatores que podem explicar as diferenças baseia-se na baixa pressão de RFS, com aumento progressivo da mesma em um período de 24 semanas, uma vez que uma porcentagem maior da pressão de oclusão arterial estimada parece fornecer a resposta muscular mais robusta (por exemplo, ativação muscular, torque, força muscular) (Abe et al., 2010; Ozaki, Miyachi, Nakajima, and Abe, 2011; Ozaki et al., 2011). No entanto, alguns desses estudos que aplicaram TA de baixa intensidade não individualizaram as pressões de RFS para os participantes mais velhos (Ozaki et al., 2011).

A redução da oferta de oxigênio e o acúmulo de metabólitos induzidos pelo RFS podem ser responsáveis pela participação de unidades motoras de limiar mais elevado mesmo em baixas intensidades (Yasuda et al., 2009). Além disso, estudos sugerem que o método RFS induz um aumento significativo no recrutamento de fibras de contração rápida para manutenção e preservação da produção de força durante a execução do exercício (Yasuda et al., 2009). Por outro lado, uma maior amplitude EMG pode não representar necessariamente um maior recrutamento da unidade motora e, portanto, nossos resultados devem ser interpretados com cautela. Vários fatores intrínsecos e extrínsecos também afetam o sinal EMG. Por exemplo, se a unidade motora recém-recrutada com o treinamento estiver localizada próxima ao eletrodo, o sinal EMG será maior que o aumento de força correspondente. Portanto, a relação não linear faz com que a amplitude do sinal EMG aumente mais do que a força muscular (De Luca, 1997).

Em relação à força dos extensores do joelho, esta investigação é corroborada por estudos semelhantes (Ozaki, Miyachi, Nakajima, and Abe, 2011; Ozaki et al, 2011). Com protocolos de treinamento análogos, Ozaki, Miyachi, Nakajima e Abe (2011) e Ozaki et al. (2011) não observaram aumento estatisticamente significativo na extensão isocinética e isométrica do joelho, respectivamente, em idosos saudáveis. Outros protocolos de treinamento também não mostraram vantagem em combinar o exercício com RFS para aumentar a força muscular em idosos com osteoartrite (Libardi et al, 2015). Para nosso conhecimento, este é o primeiro estudo crônico ( $\geq 16$  semanas) analisando mulheres idosas com sobrepeso e osteopenia/osteoporose e não há fortes evidências demonstrando ganhos de força empregando TA com RFS.

Apesar da prescrição individualizada do treinamento de RFS, o ganho de força dos músculos flexores do joelho foi semelhante ao observado no grupo controle de caminhada. Este fato, contrasta com ensaios clínicos randomizados anteriores, nos quais uma caminhada em esteira com treinamento de RFS por 10 semanas (20 min  $\times$  4 dias/semana) aumentou a força dos flexores do joelho em cerca de 15% para idosos (Ozaki, Miyachi, Nakajima, and Abe, 2011) e 22% para mulheres idosas saudáveis (Ozaki et al, 2011). Além disso, Clarkson, Conway e Warmington (2017) observaram maior aumento de força no teste de sentar e levantar em idosos que realizaram caminhada com RFS (10 min  $\times$  4 dias/semana) durante 6 semanas. Tais diferenças podem ser explicadas pela maior pressão do manguito aplicada nesses estudos ( $\geq 60\%$  PAO ou  $\geq 140$ mmHg). Do ponto de vista prático, nossos resultados indicam que o TA de baixa intensidade com RFS não parece ter vantagens a longo prazo no ganho de força para os flexores do joelho em comparação com a caminhada de intensidade moderada. No entanto, não há evidências suficientes com foco nos mecanismos fisiológicos.

O padrão de correlação entre ativação muscular e força foi diferente entre os grupos, mas inconsistente para a maioria deles. No grupo CAM+RFS, a magnitude dessa relação aumentou ao longo do tempo para os extensores do joelho. No entanto, apesar da correlação moderada em 24 semanas, isso não resultou em maiores ganhos de força quando comparado ao grupo sem RFS. Estes resultados estão de acordo com o estudo de Lixandrao et al (2018), o qual resalta que com base no treinamento de resistência e abordagem de RFS, a pressão de RFS não influencia a magnitude dos ganhos de força. Portanto, o aumento da força ao longo da intervenção para ambos os grupos parece ser mais influenciado pela progressão da velocidade de caminhada do que pela pressão da RFS.

Este estudo fornece a primeira referência para efeitos crônicos com mais de 16 semanas, aplicando pressão individualizada de RFS e progressão de carga contínua em idosos com comorbidades. Nossos dados, obtidos de idosas com sobrepeso e osteopenia/osteoporose, demonstraram o papel relevante do método RFS para promover a ativação muscular a longo prazo. Além disso, o presente estudo afirma que pressões de manguito mais baixas e mais toleráveis podem provocar adaptações musculoesqueléticas suficientes a longo prazo, minimizando o risco de eventos adversos e desconforto, destacando a necessidade de prescrição individualizada de treinamento de RFS. Embora algumas evidências apoiem os efeitos positivos do exercício com RFS no metabolismo ósseo (Ferlito, Pecce, Oselame & De Marchi, 2020; Kanazawa et al., 2009), a



presença de doença crônica, comportamento sedentário e/ou atividade física insuficiente em mulheres idosas são fatores que precisam ser mais investigados nas áreas de RFS e exercício físico. A evasão de 13 participantes, a falta de um grupo experimental para a realização do TA de baixa intensidade sem o RFS e um grupo experimental com pressão arbitrária, podem ser elencadas como limitações do estudo, o que reduziu a possibilidade de encontrar um efeito mais significativo para as variáveis estudadas.

## 5 CONCLUSÃO

Em conclusão, as intervenções baseadas em RFS apresentaram ganhos de força semelhantes para os flexores do joelho em comparação com o treinamento de caminhada de intensidade moderada. No entanto, mulheres idosas com excesso de peso com osteopenia/osteoporose podem se beneficiar do uso de estratégias análogas para alcançar ganhos neuromusculares de longo prazo devido ao aumento da ativação dos extensores do joelho ao longo de 24 semanas. Além disso, reiteramos que a aplicação isolada do RFS é uma alternativa de treinamento, com foco clínico efetivo, tolerável e potencial na abordagem da reabilitação de mulheres idosas.

### Declaração de divulgação

Os autores relatam que não há interesses conflitantes a declarar.

## 6 REFERÊNCIAS

- Abe, T, Kearns, CF, Fujita, S, Sakamaki, M, Sato, Y, Brechue, WF. (2009). Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *International Journal of KAATSU Training Research*, 5: 9-15. doi:10.3806/ijktr.5.9.
- Abe, T, Sakamaki, M, Fujita, S, Ozaki, H, Sugaya, M, Sato, Y, Nakajima, T. (2010). Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 33: 34-40. doi:10.1097/JPT.0b013e3181d07a73.
- Bittar, ST, Pfeiffer, PS, Santos, HH, Cirilo-Sousa, MS. (2018). Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38: 930-935. doi:10.1111/cpf.12512.
- Cabral, JVB, Silva, CMS, Bispo, DJS, Silva, EM. (2016). Fatores de risco para quedas em idosos hospitalizados. *HOLOS*, Ano 32, Vol. 3. doi: 10.15628/holos.2016.2668.



- Centner, C, Wiegel, P, Gollhofer, A, Konig, D. (2019). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49: 95-108. doi:10.1007/s40279-018-0994-1.
- Cirilo-Sousa, MS, Aniceto, RR, Neto, GR, de Araujo, RC, de Sousa, JB, Costa, JA, Pellegrinotti, IL. (2014). Development and validation of an automated step ergometer. *Journal of Human Kinetics*, 43: 113-124. doi:10.2478/hukin-2014-0096.
- Clark, BC, Manini, TM. (2012). What is dynapenia? *Nutrition*, 28: 495-503. doi:10.1016/j.nut.2011.12.002.
- Clarkson, MJ, Conway, L, Warmington, SA. (2017). Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20: 1041-1046. doi:10.1016/j.jsams.2017.04.012.
- Cook, SB, LaRoche, DP, Villa, MR, Barile, H, Manini, TM. (2017). Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental Gerontology*, 99: 138-145. doi:10.1016/j.exger.2017.10.004.
- Counts, BR, Dankel, SJ, Barnett, BE, Kim, D, Mouser, JG, Allen, KM, Thiebaud, RS, Abe, T, Bemben, MG, Loenneke, JP. (2016). Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle & Nerve*, 53: 438-445. doi:10.1002/mus.24756.
- De Luca, CJ. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13: 135-163. doi:10.1123/jab.13.2.135.
- Douris, PC, D'Agostino, N, Werner, WG, Petrizzo, J, DiFrancisco-Donoghue, J. (2020). Blood flow restriction resistance training in a recreationally active person with Parkinson's disease. *Physiotherapy Theory and Practice* 1-9. doi:10.1080/09593985.2020.1762812.
- Ferlito, JV, Pecce, SAP, Oselame, L, De Marchi, T. (2020). The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 34: 1378-1390. doi:10.1177/0269215520943650.
- Hackney, KJ, Brown, LTCWJ, Stone, KA, Tennent, DJ. (2018). The role of blood flow restriction training to mitigate sarcopenia, dynapenia, and enhance clinical recovery. *Techniques in Orthopaedics*, 33: 98-105. doi:10.1097/BTO.0000000000000271.
- Haskell, WL, Lee, IM, Pate, RR, Powell, KE, Blair, SN, Franklin, BA, Macera, CA, Heath, GW, Thompson, PD, Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39: 1423-1434. doi:10.1249/mss.0b013e3180616b27.



- Hermens, HJ, Freriks, B, Disselhorst-Klug, C, Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and Kinesiology*, 10: 361-374. doi:10.1016/S1050-6411(00)00027-4.
- Hopkins, WG, Marshall, SW, Batterham, AM, Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41: 3-13. doi:10.1249/MSS.0b013e31818cb278.
- Howe, TE, Shea, B, Dawson, LJ, Downie, F, Murray, A, Ross, C, Harbour, RT, Caldwell, LM, Creed, G. (2011). Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Review*, 6: CD000333. doi:10.1002/14651858.CD000333.pub2.
- Hughes, L, Paton, B, Rosenblatt, B, Gissane, C, Patterson, SD. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51: 1003-1011. doi:10.1136/bjsports-2016-097071.
- i Iranzo, M. À. C., Balasch-Bernat, M., Tortosa-Chuliá, M. Á., & Balasch-Parisi, S. (2018). Effects of resistance training of peripheral muscles versus respiratory muscles in elderly people with sarcopenia who are institutionalized: a randomized controlled trial. *Journal of Aging and Physical Activity*, 26 (4), 637-646.
- Kanazawa, I, Yamaguchi, T, Yamamoto, M, Yamauchi, M, Kurioka, S, Yano, S, Sugimoto, T. (2009). Serum osteocalcin level is associated with glucose metabolism and atherosclerosis parameters in type 2 diabetes mellitus. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 94: 45-49. doi:10.1210/jc.2008-1455.
- Kelly, OJ, Gilman, JC, Boschiero, D, Ilich, JZ. (2019). Osteosarcopenic Obesity: current knowledge, revised identification criteria and treatment principles. *Nutrients*, 11: 747. doi:10.3390/nu11040747.
- Kneffel, Z., Murlasits, Z., Reed, J., & Krieger, J. (2021). A meta-regression of the effects of resistance training frequency on muscle strength and hypertrophy in adults over 60 years of age. *Sports Science Journal*, 39 (3), 351-358.
- Laurentino, GC, Ugrinowitsch, C, Roschel, H, Aoki, MS, Soares, AG, Neves, M, Jr., Aihara, AY, Fernandes Ada, R, Tricoli, V. (2012). Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44: 406-412. doi:10.1249/MSS.0b013e318233b4bc.
- Libardi, CA, Chacon-Mikahil, MP, Cavaglieri, CR, Tricoli, V, Roschel, H, Vechin, FC, Conceicao, MS, Ugrinowitsch, C. (2015). Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *International Journal of Sports Medicine*, 36: 395-399. doi:10.1055/s-0034-1390496.



- Lixandrao, ME, Ugrinowitsch, C, Berton, R, Vechin, FC, Conceicao, MS, Damas, F, Libardi, CA, Roschel, H. (2018). 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 Medicine*, 48: 361-378. doi:10.1007/s40279-017-0795-y.
- Loenneke, JP, Thiebaud, RS, Abe, T, Bembem, MG. (2014). Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. *Medical Hypotheses*, 82: 623-626. doi:10.1016/j.mehy.2014.02.023.
- Loenneke, JP, Young, KC, Fahs, CA, Rossow, LM, Bembem, DA, Bembem, MG. (2012). Blood flow restriction: rationale for improving bone. *Medical Hypotheses*, 78: 523-527. doi:10.1016/j.mehy.2012.01.024.
- Ozaki, H, Miyachi, M, Nakajima, T, Abe, T. (2011). Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. *Angiology*, 62: 81-86. doi:10.1177/0003319710375942.
- Ozaki, H, Sakamaki, M, Yasuda, T, Fujita, S, Ogasawara, R, Sugaya, M, Nakajima, T, Abe, T. (2011). Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 66: 257-263. doi:10.1093/gerona/glq182.
- Petterson, SC, Barrance, P, Buchanan, T, Binder-Macleod, S, Snyder-Mackler, L. (2008). Mechanisms underlying quadriceps weakness in knee osteoarthritis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40: 422-427. doi:10.1249/MSS.0b013e31815ef285.
- Scott, D, Chandrasekara, SD, Laslett, LL, Cicuttini, F, Ebeling, PR, Jones, G. (2016). Associations of sarcopenic obesity and dynapenic obesity with bone mineral density and incident fractures over 5–10 years in community-dwelling older adults. *Calcified Tissue International*, 99: 30-42. doi:10.1007/s00223-016-0123-9.
- Torres-Costoso, A, Lopez-Munoz, P, Martinez-Vizcaino, V, Alvarez-Bueno, C, Cavero-Redondo, I. (2020). Association between muscular strength and bone health from children to young adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50: 1163-1190. doi:10.1007/s40279-020-01267-y.
- Xavier, BF. (2012). Um estudo sobre ações sociais do estado brasileiro direcionadas ao idoso e a contribuição do ifrn alusiva a essa temática. *HOLOS*, Ano 28, Vol 2.
- Yasuda, T, Brechue, WF, Fujita, T, Shirakawa, J, Sato, Y, Abe, T. (2009). Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of Sports Sciences*, 27: 479-489. doi:10.1080/02640410802626567.



**COMO CITAR ESTE ARTIGO**

Teixeira Bittar, D. S. ., Honorato dos Santos, H., dos Santos Oliveira, L. ., da Silva Leandro, L., Miranda Machado, R., Candido Laurentino, G., & Cirilo-Sousa, M. S. . (2023). EFICÁCIA DE 24 SEMANAS DE CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO NA ATIVAÇÃO E FORÇA MUSCULAR EM IDOSAS COM SOBREPESO E OSTEOPOROSE: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO. HOLOS, 6(39). <https://doi.org/10.15628/holos.2023.15928>

**SOBRE OS AUTORES****S. T. BITTAR\***

Dra. Simoni Teixeira Bittar, Graduada em Fisioterapia, Doutora em Educação Física UPE/UFPB, Docente do curso de Fisioterapia da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança-FACENE. Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1015151242492586>  
E-mail: [simonibittar@hotmail.com](mailto:simonibittar@hotmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0000000331019217>

**H. H. SANTOS**

Prof. Titular Dr. Heleodório Honorato dos Santos, Graduado em Fisioterapeuta e Educação Física, Doutor em Fisioterapia UFSCAR, Docente do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba, , Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física Mestrado e Doutorado – UPE/UFPB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5237910990928802>  
E-mail: [dorioufpb@gmail.com](mailto:dorioufpb@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3951-8344>

**L.S. OLIVEIRA**

Ms. Leonardo dos Santos Oliveira, Graduado em Educação Física UFPB, Mestre em Educação Física Programa Associado de Pós-Graduação UPE/UFPB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1726675183727235>  
E-mail: [leosoliveira@uol.com.br](mailto:leosoliveira@uol.com.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7485-105X>

**L.S. LEANDRO**

Ms. Leonardo da Silva Leandro, Graduado em Educação Física, Mestre em Educação Física Programa Associado de Pós-Graduação UPE/UFPB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6324535567788447>  
E-mail: [leosilvarct@gmail.com](mailto:leosilvarct@gmail.com)  
ORCID: 0000-0003-1385-3435

**R. M. MACHADO**

Ruri Miranda Machado, Fisioterapeuta-FACENE/PB, Especialista em Fisioterapia Gerontológica e Geriátrica pela Faculdade Única de Ipatinga. Presidente Dutra, Bahia, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3419446391178129>.  
E-mail: [ruryifba@outlook.com](mailto:ruryifba@outlook.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3997-9557>.



**G.C. LAURENTINO**

Dr. Gilberto Candido Laurentino, Graduado em Educação Física, Doutor em Ciências EEFÉUSP, Pós doutor e Pesquisador Convidado pela University of Mississippi (EUA) - Department of Health, Exercise Science, and Recreation Management, Pós-doutor pela EEFÉUSP com bolsa CAPES, Docente e Orientador Permanente no Programa de Pós-graduação Stricto Sensu da Universidade São Judas Tadeu e Pesquisador do Instituto Ânima.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5180093008579104>

E-mail: [gilbertolaurentino@usp.br](mailto:gilbertolaurentino@usp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4225-7376>

**M. S. CIRILO-SOUSA**

Profa. Titular Dra. Maria Socorro Cirilo-Sousa, Graduada em Educação Física, Programa Associado de Pós Graduação em Educação Física Mestrado e Doutorado – UPE/UFPB, Docente em Educação Física da Universidade Regional do Cariri (URCA-CRATO,CE).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1311716213397850>

E-mail: [helpcirilo@yahoo.com.br](mailto:helpcirilo@yahoo.com.br)

ORCID: 0000-0001-5566-3248

**Editor responsável:** Paulo Augusto de Lima Filho



Submitted September 6, 2023

Accepted December 1, 2023

Published December 27, 2023

