

EFEITO DO EXERCÍCIO DE RESISTÊNCIA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGÜÍNEO EM PARÂMETROS HEMODINÂMICOS, ENDOTELIAIS E METABÓLICOS EM IDOSAS COM SÍNDROME METABÓLICA

Leandro Moraes Pinto¹, Sarah Raquel Dutra Macedo¹, Flávio de Oliveira Pires¹
Carlos Alberto Alves Dias-Filho¹, Carlos José Moraes Dias¹, Bruno Rodrigues²
Leonardo Hesley Ferraz Durans¹, Jacqueline Freire Machi³, Cristiano Teixeira Mostarda¹

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos do treinamento de resistência a 20% de 1RM com 80% de restrição de fluxo nos parâmetros metabólicos, antropométricos e cardiovasculares em mulheres idosas com síndrome metabólica. **Métodos:** No estudo, um total de 25 participantes do sexo feminino (idade $64,1 \pm 4,5$ anos, altura $151,2 \pm 6,4$ cm e peso $65,5 \pm 10,5$ kg) foi alocado aleatoriamente em dois grupos: (1) 20% de repetição máxima (20%), e (2) 20% de repetição máxima com Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) de 80% do influxo arterial (20%+ RFS80%). Os participantes treinaram três vezes por semana. Avaliação antropométrica, perfil bioquímico, pressão arterial e a vasodilatação endotelial foram avaliados na baseline e após oito semanas. **Resultados:** Foi observada redução no percentual de gordura, circunferência da cintura, pressão arterial sistólica, níveis de colesterol e fração LDL no grupo 20%+ RFS80%, enquanto o grupo 20% não alterou esses parâmetros. Foi observado um aumento na função endotelial no grupo 20%+RFS80%. **Conclusões:** Após oito semanas de exercícios de resistência com RFS de baixa intensidade, observamos diminuição do percentual de gordura, da circunferência da cintura, da pressão arterial sistólica, dos níveis de colesterol e da fração de LDL em mulheres idosas com síndrome metabólica. Além disso, o treinamento com 20%+RFS80% melhorou a função endotelial em uma população com SM.

Palavras-chave: Exercício de resistência. Restrição do fluxo sanguíneo. Síndrome metabólica.

1 - Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil.

2 - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

3 - Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, Brasil.

ABSTRACT

Effect of resistance exercise with restricted blood flow on hemodynamic, endothelial and metabolic parameters in elderly women with metabolic syndrome

Aim: To evaluate the effects of resistance training at 20% of 1RM with 80% flow restriction on metabolic, anthropometric and cardiovascular parameters in elderly women with metabolic syndrome. **Methods:** In the study, a total of 25 female participants (age 64.1 ± 4.5 years, height 151.2 ± 6.4 cm and weight 65.5 ± 10.5 kg) were randomly allocated into two groups: (1) 20% repetition maximum (20%), and (2) 20% repetition maximum with Blood Flow Restriction (BFR) of 80% of arterial flow (20%+BFR80%). The participants trained three times a week. Anthropometric assessment, biochemical profile, blood pressure and endothelial vasodilation were evaluated at baseline and after eight weeks. **Results:** A reduction in fat percentage, waist circumference, systolic blood pressure, cholesterol levels and LDL fraction was observed in the 20%+ RFS80% group, while the 20% group did not change these parameters. An increase in endothelial function was observed in the 20%+RFS80% group. **Conclusions:** After eight weeks of resistance exercise with low-intensity RFS, we observed a reduction in fat percentage, waist circumference, systolic blood pressure, cholesterol levels and LDL fraction in elderly women with metabolic syndrome. In addition, training with 20%+RFS80% improved endothelial function in a population with MS.

Key words: Resistance exercise. Blood flow restriction. Metabolic syndrome.

E-mail dos autores:

leandromoraes.edf@gmail.com

sarah.rdmacedo@hotmail.com

flavio.pires@ufma.br

carlosaadias@hotmail.com

carlosdias.ef@gmail.com

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento biológico provoca mudanças fisiológicas em diversos sistemas, contribuindo para alterações hemodinâmicas e na capacidade física da população idosa, levando a um estado de maior vulnerabilidade (Silva e colaboradores, 2015).

Com isso, a instalação de processos que levam alterações endovasculares podem desencadear processo de Síndrome Metabólica (SM), que se caracteriza pela presença de obesidade abdominal, dislipidemia, hipertensão, hiperglicemia e resistência à insulina, que estão intrinsecamente ligadas ao surgimento de doenças cardiovasculares (Lima e colaboradores, 2021).

No desencadear de mudanças metabólicas no processo de senilidade, as células endoteliais podem desempenhar um papel central na homeostase dos tecidos, regulando as respostas imuno inflamatórias, a coagulação e as alterações no fluxo sanguíneo por meio da sinalização do óxido nítrico.

As disfunções endoteliais, definidas por alterações na arquitetura vascular arterial, especialmente a membrana basal capilar e o endotélio, causam distúrbios microvasculares, e são um preditor precoce de doenças cardiovasculares no envelhecimento, frequentemente relacionadas à SM (Than e colaboradores, 2020).

Com diversas alterações no metabolismo de indivíduos idosos, o exercício físico é utilizado como intervenção no tratamento e na prevenção de vários problemas de saúde, incluindo a SM (Mostarda e colaboradores, 2009; Tune e colaboradores, 2017), especialmente nessa população que, geralmente, sofre dessa doença.

Dentre os métodos de exercícios indicados, o treinamento resistido é um método amplamente utilizado na prevenção de doenças cardiometabólicas na fase senil, com a aplicação de sobrecargas progressivas de estresse durante as sessões de treinamento para provocar distúrbios na homeostase celular e a consequente resposta adaptativa a esse estresse, levando a possíveis melhoras no desempenho físico e nas funções hemodinâmicas corporais (Santiago e colaboradores, 2015), caracterizando a prática do treinamento de força idosos como uma estratégia de prevenção a riscos

cardiovasculares (Farias e colaboradores, 2013).

Além disso, a associação do treinamento resistido com a Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) na população idosa parece ser eficaz no aumento da massa muscular e na melhora dos indicadores metabólicos (Medeiros e colaboradores, 2019).

A RFS baseia-se no princípio da hipertrofia muscular por meio da hipóxia por restrição sanguínea, que pode ser utilizado com ou sem exercício físico, sendo considerado uma alternativa que envolve baixas intensidades, gerando respostas fisiológicas como ganho significativo de massa muscular e força equivalentes aos exercícios de alta intensidade (Renzi e colaboradores, 2010).

Embora o exercício físico regular promova benefícios na saúde cardiovascular e, consequentemente, no tratamento da SM (Mostarda e colaboradores, 2012), pouco se sabe sobre o treinamento resistido com redução parcial do fluxo sanguíneo e seu impacto nos parâmetros metabólicos e na função endotelial em mulheres idosas com SM.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de 20% de treinamento de resistência de baixa intensidade com 80% de RFS em variáveis metabólicas, antropométricas e cardiovasculares em mulheres idosas com SM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo e Aspectos Éticos

Trata-se de um ensaio clínico controlado e randomizado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da Universidade Federal do Maranhão, de acordo com a resolução 466/12 e 510/16, protocolo número 2.076.159. O ensaio clínico foi registrado sob o número de ensaio universal U1111-1237-9269.

Participantes do estudo

Foi utilizada amostra por conveniência de mulheres idosas que atenderam aos critérios de inclusão, realizando integralmente os procedimentos propostos.

No estudo, as participantes foram alocadas aleatoriamente em dois grupos: (1) 20% de repetição máxima (20%), e (2) 20% de repetição máxima com restrição de fluxo de

80% da pressão de oclusão vascular total (20%+ RFS80%).

Os participantes foram instruídos a comparecer ao laboratório com a bexiga vazia, sem ingestão de álcool, café ou tabaco, e a não se exercitarem nas 24 horas anteriores aos procedimentos e até 48 horas após o exercício.

Todos os procedimentos foram realizados no mesmo horário do dia. Os participantes foram avaliados no início do protocolo e após oito semanas de treinamento.

Os parâmetros avaliados foram: coletas de sangue, monitoramento ambulatorial da pressão arterial em quatro membros, pressão de oclusão vascular total, hiperemia reativa, frequência cardíaca, análise antropométrica, composição corporal e avaliações de força máxima.

Critérios de elegibilidade

Para inclusão no estudo, as participantes não deveriam ter histórico de infarto agudo do miocárdio ou outras doenças cardiovasculares, sem limitações musculoesqueléticas e sem lesões pré-existent.

A caracterização foi realizada de acordo com o relatório final do Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) (National Cholesterol Education Program [NCEP], 2002).

Todas as idosas participantes deveriam ter obesidade central e dois outros dos seguintes critérios: (a) nível elevado de triglicérides ≥ 150 mg/dl, (b) lipoproteína de alta densidade ≤ 40 mg/dl, (c) pressão sistólica > 130 mmHg ou pressão arterial diastólica > 85 mmHg ou pressão em tratamento, e (d) glicemia de jejum ≥ 100 mg/dl ou diagnóstico prévio de diabetes.

A análise de intenção de tratamento foi adotada para exclusão, além de hipertensão grave (pressão arterial sistólica ≥ 180 , e pressão arterial diastólica ≥ 110 mmHg), praticantes de atividade física regular e fumantes. No entanto, não houve exclusão de indivíduos durante o acompanhamento do estudo.

As participantes foram informadas sobre os riscos e benefícios advindos da pesquisa, e os concordantes em participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento livre e esclarecido.

Avaliação antropométrica

Os parâmetros antropométricos de peso corporal, altura e circunferência da cintura foram avaliados para caracterização. Uma balança digital (Balmak® Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil) foi usada para medir o peso corporal, a altura foi medida com um estadiômetro compacto com fita vertical, ST EST 23 (Sanny® São Paulo, SP, Brasil), enquanto a circunferência da cintura foi medida com uma fita métrica antropométrica com precisão de um milímetro (Sanny®).

Teste de resistência máxima

Para avaliar a força máxima dos indivíduos e prescrever a intensidade da sessão de exercícios de resistência, foi usado um teste de repetição completa. Os testes foram realizados no Laboratório de Fisiologia e Força da Universidade Federal do Maranhão. Antes do teste, os participantes observaram a excelente técnica de exercício e, em seguida, realizaram o exercício, orientados por um educador físico. Foi feito um aquecimento específico para garantir o gasto máximo de energia ($<50\%$ da carga máxima estimada) (Mouser e colaboradores, 2017).

Para a realização do teste, inicialmente foram aplicadas cargas consideradas leves pelos participantes, sendo aumentadas se eles completassem mais de uma repetição em cada tentativa. Os participantes realizaram de três a cinco tentativas para determinar o peso, com intervalos entre três e cinco minutos. As tentativas foram realizadas de forma progressiva e sucessiva, separadas pelo intervalo de descanso, até que apenas uma repetição pudesse ser realizada (Pinto e Natour, 2018).

Pressão de oclusão vascular total e vasodilatação endotelial

Para determinar a pressão de oclusão vascular total foi usado um transdutor vascular de eco doppler colorido (cinco a 12 MHz) de matriz linear (Philips Ultrasound® Andover, MA). Um angiologista realizou o exame e avaliou a saúde vascular dos indivíduos antes da RFS ser usada durante o exercício. Os participantes foram instruídos a não praticar nenhum esforço físico por pelo menos oito horas antes do exame e a evitar álcool, cafeína e nicotina por pelo menos quatro horas.

Os participantes foram colocados em posição supina, um manguito pneumático (Cardiomed WCS® Curitiba, PR, Brasil) foi inserido, posicionado no braço a uma distância de cinco centímetros acima da fossa cubital inflada, causando a oclusão total da artéria braquial. O manguito pneumático foi colocado na região inguinal da coxa para os membros inferiores, inflado até que o pulso auscultatório da artéria poplítea fosse interrompido e a onda de pulso gerada pela imagem do ultrassom desaparecesse, garantindo a pressão de oclusão completa. O membro superior direito e o membro inferior direito dos participantes foram adotados como padrão para o exame.

Após a oclusão vascular por cinco minutos, a pressão pneumática do manguito foi liberada, resultando em hiperemia reativa, consequência da dilatação local. O diâmetro da artéria braquial foi medido em dois momentos, durante o ciclo cardíaco em repouso (baseline) e durante a hiperemia reativa (após cinco minutos de oclusão vascular). A diferença (Δ) dessas medidas foi usada para classificar a saúde endotelial (Kizhakekuttu e colaboradores, 2010).

Restrição do fluxo sanguíneo

A RFS foi usada em todas as séries por meio da aplicação de um manguito pneumático, liberado apenas no intervalo entre os exercícios, seguindo assim o método de treinamento de acompanhamento alternado. Os valores de 0% e 80% da pressão de oclusão vascular total foram adotados para o grupo treinado somente com intensidade de 20% e para os grupos 20%+RFS80%, respectivamente.

Pressão arterial

A pressão arterial foi medida com os participantes na posição supina recomendada pela American Heart Association. A pressão arterial sistólica (PAS) das artérias braquial foi medida bilateralmente usando um dispositivo de monitor automático (MICROLIFE, MAM-PC, Brasil), com um esfigmomanômetro posicionado três centímetros acima da fossa cubital no membro superior (Kock e colaboradores, 2019).

Perfil bioquímico

Foi coletado sangue em jejum para a realização de hemograma completo, glicemia, colesterol total, lipoproteína de baixa densidade, lipoproteína de densidade muito baixa, lipoproteína de alta densidade e análise de triglicerídeos. O sangue coletado foi armazenado em temperatura controlada e centrifugado em um analisador bioquímico (Mind-ray® BS 200 E, Bogotá, Colômbia) a 3.500 rpm por cinco minutos. Em seguida, uma alíquota de soro foi extraída para determinar o perfil bioquímico de acordo com as recomendações do fabricante.

Protocolo de exercícios

O protocolo de exercícios de resistência para os participantes consistiu na realização de exercícios de Leg Press, extensão de cotovelo, extensão de joelho e flexão de cotovelo, três vezes por semana, divididos alternadamente pelos segmentos inferior e superior do corpo para todos os grupos que seguiram essa sequência, em uma intensidade de 20% de repetição máxima.

De acordo com um estudo anterior, o protocolo utilizado foi composto por três séries de 15 repetições, com um intervalo de 60 segundos entre essas séries (Shimizu e colaboradores, 2016).

Um metrônomo (Tagima®, São Paulo, SP, Brasil) foi usado para controlar o tempo de execução. O exercício de resistência foi realizado durante dois segundos para a fase concêntrica e durante dois segundos para a fase excêntrica do músculo. As avaliações foram realizadas na baseline e oito semanas após uma sessão de exercício resistido.

Foi utilizada a técnica de RFS com a colocação de um manguito pneumático (Cardiomed WCS®) cinco minutos antes da sessão, na inserção do deltoide (membro superior), logo após a porção proximal da perna (membro inferior).

O manguito foi inflado até o momento em que cessou a pulsação auscultatória da artéria braquial (membro superior) ou da tibial posterior (membro inferior), sendo o valor em mmHg considerado como 100% da RFS. No final de cada série de exercícios, a pressão era liberada para alterar o exercício. As avaliações foram realizadas na baseline e oito semanas após uma sessão de exercícios de resistência (Figura 1).

Análise estatística

Os dados são descritos por média \pm desvio padrão, e para as variáveis categóricas foram utilizados valores absolutos. Os dados foram analisados através do teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade de sua distribuição. Em seguida, foi realizada ANOVA de duas vias, seguido de

Tukey-Kramer Multiple Comparisons Test, e o teste do qui-quadrado foi usado para analisar a distribuição dos medicamentos usados pelos participantes. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para $p < 0.05$.

As figuras foram feitas usando o software estatístico GraphPad Prism 6.01 (GraphPad, San Diego, Califórnia, EUA).

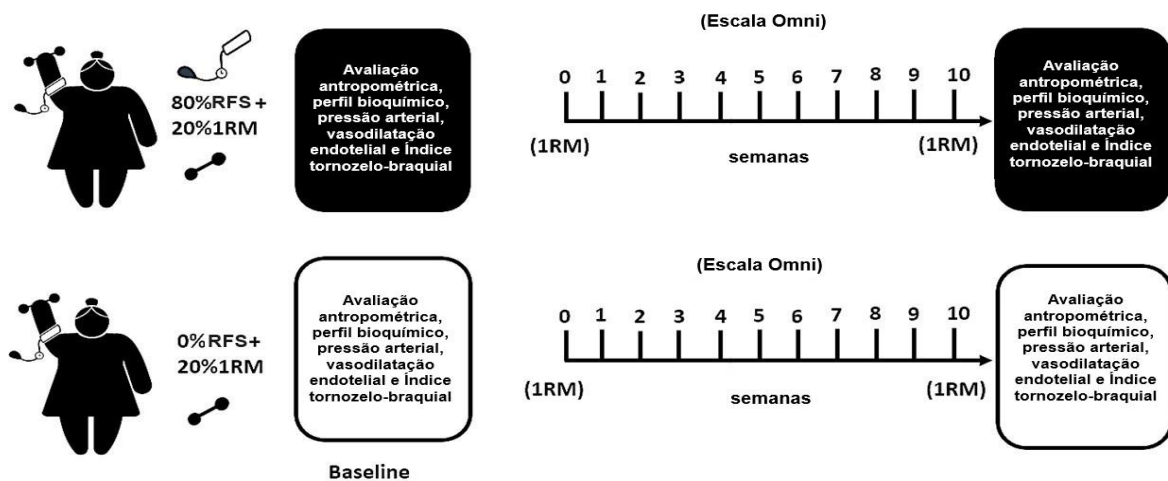


Figura 1 - Métodos de treinamento e avaliação de exercícios.

Legenda: 80%RFS+20%1RM = grupo com 80% de restrição de fluxo sanguíneo e 20%1RM; 0%RFS+20%1RM = 0% de restrição de fluxo sanguíneo + 20%1RM.

RESULTADOS

Oito semanas de treinamento de força foram capazes de diminuir percentual de gordura, circunferências de cintura e

abdominal, PAS, níveis de colesterol e fração LDL no grupo 20%+RFS80% (Tabela 1 e Figura 2). Não observamos alteração nesses parâmetros no grupo 20% (Tabela 1).

Tabela 1 - Prescrição de exercícios antes e depois com dados sobre perimetria, avaliações metabólicas e hemodinâmicas em mulheres com SM.

Grupos	20% (n=12)			20%+RFS80% (n=13)		
Variáveis	Baseline	Após	p	Baseline	Após	p
Idade (anos)	63 \pm 4	63 \pm 4		64 \pm 3	63 \pm 3	
Fumante (n)	0	0		0	0	
Peso (kg)	69 \pm 11	69 \pm 12	0.89	67 \pm 13	66 \pm 13	0.07
Estatuta (m)	1.54 \pm 7	1.54 \pm 7	1	153 \pm 6	153 \pm 6	1
Gordura corporal (%)	47 \pm 1	47 \pm 9	0.5	51 \pm 13	46 \pm 11*	0.004
Circunferência de cintura (cm)	87 \pm 8	87 \pm 7	0.77	88 \pm 8	85 \pm 9*	0.03
Circunferência abdominal(cm)	97 \pm 12	96 \pm 1	0.47	98 \pm 1	94 \pm 11*	0.02
PAS (mmHg)	130 \pm 14	125 \pm 1	0.21	128 \pm 11	118 \pm 10*	0.004
PAD (mmHg)	74 \pm 4	71 \pm 7	0.12	70 \pm 7	69 \pm 6	0.43
FC (bpm)	72 \pm 6	73 \pm 5	0.6	72 \pm 7	74 \pm 8	0.35
Glicemia (mg/dl)	82 \pm 22	89 \pm 1	0.91	85 \pm 24	84 \pm 26	0.91
TGL(mg/dl)	207 \pm 21	215 \pm 31	0.91	203 \pm 69	156 \pm 38*	0.04

20% = grupo treinado somente com intensidade de 20%; 20%+RFS80% = grupo treinado com intensidade de 20% e restrição de fluxo sanguíneo de 80%; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; TGL = Triglicerídeos. Análise de variância bidirecional (ANOVA) seguida de teste post-hoc. * $p < 0,05$ baseline vs. após oito semanas.

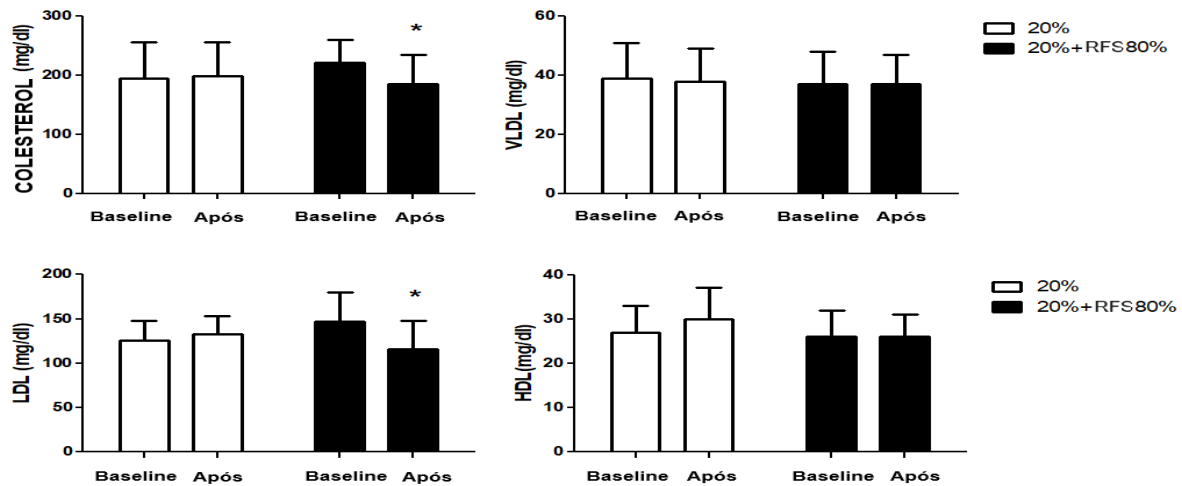


Figura 2 - Avaliação metabólica com e sem RFS na baseline e no período pós-intervenção.

Legenda: 20% = grupo treinado somente com intensidade de 20%; 20%+RFS80% = grupo treinado com intensidade de 20% e restrição de fluxo sanguíneo de 80%; VLDL = lipoproteína de densidade muito baixa; LDL = lipoproteína de baixa densidade; HDL = lipoproteína de alta densidade. Análise de variância bidirecional (ANOVA) seguida de teste post-hoc. * $p < 0,05$ baseline vs. após oito semanas.

Não houve diferenças estatísticas nos dados bioquímicos dos participantes do estudo nos grupos 20% e 20%+RFS80% (Tabela 2).

Além disso, não houve mudanças significativas na lista de medicamentos usados pelos participantes durante o estudo em ambos os grupos (Tabela 2).

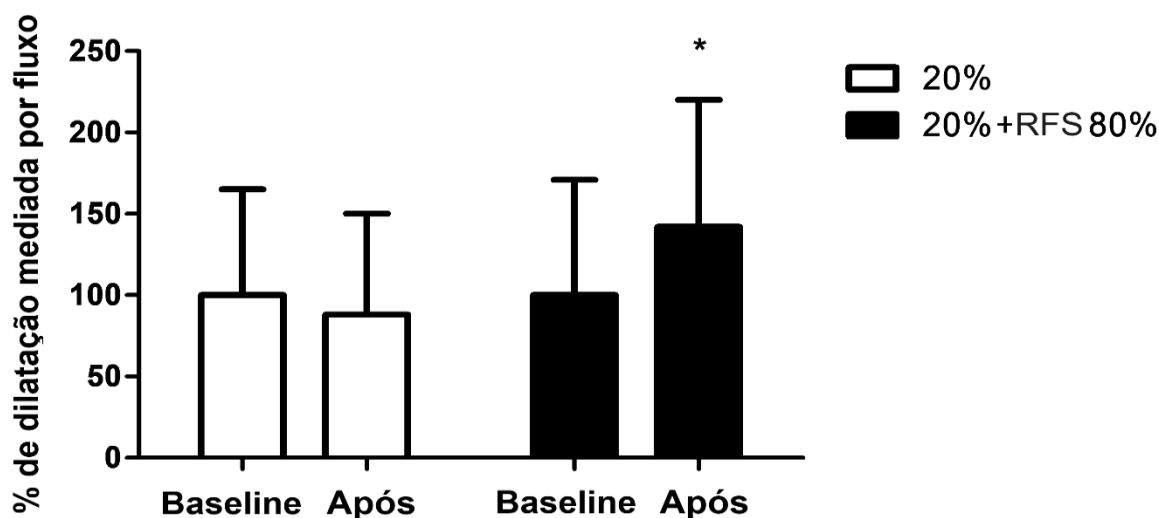
Tabela 2 - Achados laboratoriais e uso de medicamentos anti-hipertensivos em mulheres com SM nos grupos 20% e 20%+RFS80%.

Grupos Variáveis	20% (n=12)			20%+RFS80% (n=13)		
	Baseline	Após	p	Baseline	Após	p
Glóbulos brancos $\times 10^3/\mu\text{L}$	6.7 \pm 1.4	6.9 \pm 2	0.63	6.9 \pm 2	7.0 \pm 2	0.78
Neutrófilos $\times 10^3/\mu\text{L}$	3.4 \pm 1	3.5 \pm 1.2	0.57	3.6 \pm 1	3.5 \pm 0.9	0.69
Linfócitos $\times 10^3/\mu\text{L}$	2.5 \pm 0.6	2.4 \pm 0.4	0.42	2.5 \pm 0.4	2.5 \pm 0.5	0.66
Monócitos $\times 10^3/\mu\text{L}$	0.57 \pm 0.1	0.63 \pm 0.11	0.84	0.59 \pm 0.2	0.61 \pm 0.3	0.28
Eosinófilos $\times 10^3/\mu\text{L}$	0.22 \pm 0.1	0.25 \pm 0.12	0.26	0.25 \pm 0.12	0.26 \pm 0.1	0.12
Basófilos $\times 10^3/\mu\text{L}$	0.029 \pm 0.01	0.027 \pm 0.01	0.12	0.03 \pm 0.01	0.026 \pm 0.01	0.75
Glóbulos vermelhos $\times 10^6/\mu\text{L}$	4.31 \pm 0.2	4.36 \pm 0.1	0.66	4.44 \pm 0.3	4.40 \pm 0.27	0.42
Hematócrito (%)	36 \pm 3	36 \pm 3.5	0.62	37 \pm 2.6	38 \pm 3	0.17
Hemoglobina (g/dl)	12.2 \pm 0.9	12.5 \pm 1	0.3	12.3 \pm 0.8	12.8 \pm 1	0.29
Hemoglobina média do corpo (pg)	28 \pm 2	29 \pm 1	0.22	29 \pm 2	28 \pm 3	0.24
Volume médio do corpo (fL)	82.3 \pm 3	83 \pm 2	0.47	84 \pm 2	83 \pm 4	0.37
Plaquetas $\times 10^3/\mu\text{L}$	237 \pm 52	233 \pm 40	0.61	250 \pm 45	256 \pm 55	0.98
Medicamentos anti-hipertensivos						χ^2
ARAI	4			5		
DIURETIC	3			3		0.9
β Bs	2			2		
BCC	1			1		
iECA	1			1		

20% = grupo treinado somente com intensidade de 20%; 20%+RFS80% = grupo treinado com intensidade de 20% e restrição de fluxo sanguíneo de 80%; ARAII = Antagonista do Receptor de Angiotensina II; β Bs = Betabloqueadores; BCC = Bloqueador do Canal de Cálcio; iECA = Inibição da enzima de conversão da angiotensina. ANOVA seguida de teste post-hoc. *p<0,05 baseline vs. após oito semanas.

A função endotelial mostrou uma função semelhante na baseline entre os grupos. Entretanto, o grupo 20%+RFS80%

aumentou essa função. Isso não foi observado no grupo 20% após 8 semanas de treinamento físico (Figura 3).

**Figura 3** - Porcentagem de dilatação mediada por fluxo na baseline e após 20%+RFS80%.

20% = grupo treinado apenas com intensidade de 20%; 20%+RFS80% = grupo treinado com intensidade de 20% e restrição de fluxo sanguíneo de 80%. Análise de variância bidirecional (ANOVA) seguida de teste post-hoc. *p<0,05 baseline vs. após oito semanas.

DISCUSSÃO

Este estudo avaliou os efeitos de 20% de treinamento de resistência de baixa intensidade com 80% de RFS em variáveis metabólicas, antropométricas e cardiovasculares em mulheres idosas com SM.

Nossos achados demonstram que 20% de treinamento físico de baixa intensidade com 80% de RFS podem promover alterações metabólicas importantes, como diminuição do percentual de gordura, diminuição do colesterol e queda do LDL, além de alterações antropométricas e cardiovasculares, como diminuição da circunferência da cintura, redução da pressão arterial sistólica, e melhora da função endotelial.

Em estudos que utilizaram um protocolo de treinamento de força com restrição de fluxo, realizado duas vezes por semana durante 16 semanas com mulheres mais velhas, porém sem a presença de SM, o grupo com RFS que recebeu uma pressão de oclusão de 110 mmHg aplicada a uma intensidade inicial de 50% 1RM no início da intervenção, sendo reduzida para 30% 1RM na fase final, demonstrou resultados significativos, com maior tendência de diminuição do percentual de gordura nesse grupo com RFS, o que foi atrelado aos nossos achados, exclusivamente em mulheres com SM. Observa-se ainda que é possível ter uma queda no percentual de gordura obtendo resultados semelhantes entre os estudos ao relacionar o uso de baixas intensidades juntamente com a RFS (Takarada e colaboradores, 2000).

Santos e colaboradores (2021) relatam que treinamento resistido realizado com pesos associados à RFS em idosos com idade média entre 70 anos, utilizando extensão de joelho e leg press com cargas entre 20 e 30% de 1RM, duas vezes por semana durante 12 semanas, pode haver aumento significativo da massa muscular e perda significativa dos níveis de gordura.

Entretanto, apesar de ter sido realizado apenas com homens idosos, esse estudo não relatou componentes metabólicos e hemodinâmicos. Por outro lado, em nosso estudo com uma população de mulheres com SM, realizada com metodologia semelhante, corrobora ao ser observada perda de níveis de gordura e comparada com elementos do metabolismo dessa população.

Em um estudo realizado por Lixandrão (2015), que comparou diferentes pressões de

oclusão com intensidades distintas de treinamento de força convencional, o pesquisador conclui que os protocolos de Low Load Strength Training associados à RFS realizados com baixas intensidades de exercício (20% 1RM) parecem se beneficiar do aumento do nível de pressão de oclusão (80% de pressão de oclusão) no aumento da massa muscular e na diminuição dos percentuais de gordura e das circunferências.

No entanto, esse estudo foi realizado em uma população jovem e saudável, excluindo indivíduos com disfunções metabólicas, em contramão aos participantes da nossa pesquisa.

Apesar da diferença na população-alvo, nossos achados em mulheres idosas com SM submetidas a exercícios de baixa intensidade com RFS podem sugerir que esse treinamento está relacionado a queda do colesterol e dos índices metabólicos, o que levaria a uma diminuição dos índices de gordura e, conseqüentemente, de circunferência, o que se torna um diferencial na literatura atual.

Além disso, o exercício físico também pode reduzir a pressão arterial sistólica e diastólica horas após a sessão de exercícios (Carpio-Rivera e colaboradores, 2016).

A técnica de exercício com RFS pode favorecer o efeito vasodilatador devido à síntese de óxido nítrico em uma reação que promove a vasodilatação quando submetida a forças mecânicas de cisalhamento (Loenneke e colaboradores, 2010).

Na contramão do que foi visto em nossos resultados, estudo realizado exclusivamente com mulheres hipertensas utilizando exercício resistido de baixa carga 20% de 1RM associado a RFS de 50% e observou seus efeitos agudos, percebeu-se que nessa população não houve resultado significativo para a queda da pressão arterial, diferenciando-se do nosso estudo quando demonstramos os efeitos crônicos desse protocolo de treinamento, mostrando queda da PAS em idosas com SM (Silva e colaboradores, 2020).

Anteriormente, em estudo com uma população hipertensa e disfunções metabólicas, utilizando treinamento com RFS com a intensidade de 30% de 1 RM com 70% de restrição, seus resultados indicam que oito semanas de exercício de flexão de punho com RFS foram eficientes para reduções significativas da pressão arterial sistólica e

diastólica (Cezar e colaboradores, 2016). Esse estudo, associado aos nossos resultados, trabalha exercícios de baixa carga associados à RFS em membros superiores e inferiores, o que pode ser sugestivo para a literatura de que esse protocolo seja realizado de forma contínua, e seus efeitos crônicos podem estar relacionados à diminuição dos valores de pressão arterial na população de mulheres idosas com SM.

Mais ainda, pacientes hipertensos com idade média de $45 \pm 9,9$ anos avaliados após exercícios resistidos com intensidade moderada (50% 1RM) sem RFS e exercícios de baixa intensidade (30% 1RM) com RFS, e houve o efeito hipotensor após o exercício somente no exercício de baixa intensidade associado à restrição de fluxo (Araujo e colaboradores, 2015).

Além disso, uma sessão de exercício resistido de baixa intensidade com 60% e 80% de RFS pode resultar em diminuição da pressão arterial sistólica e diastólica, e alterações positivas na variabilidade da frequência cardíaca após 24 horas de uma sessão de exercício resistido (Maciel e colaboradores, 2020).

Aliado aos nossos achados, é descrito que o treinamento de resistência de baixa intensidade com restrição de fluxo tem respostas hemodinâmicas semelhantes ao exercício aeróbico e de alta intensidade, mas o exercício com RFS pode aumentar a resistência e a função endotelial vascular (Shimizu e colaboradores, 2016).

Além disso, a prática aguda e crônica de exercícios de força de alta intensidade não modifica os níveis de LDL, apenas aumenta os níveis de HDL (Hill e colaboradores, 2005).

No entanto, em partes correlacionadas com os achados de nosso estudo, mostram que, de forma aguda, a prática de exercícios de força em intensidades baixas ou moderadas tem uma influência mais significativa sobre as concentrações plasmáticas de colesterol e na diminuição das frações de LDL em comparação com exercícios de força de alta intensidade.

Ainda assim, esse estudo levou em consideração apenas a intensidade do exercício, deixando um viés sobre a utilização de baixas potências associadas à RFS, elucidado em nosso estudo em uma população feminina com SM, onde destacamos que houve queda nos níveis de LDL nesse grupo estudado associando ao exercício de baixa resistência associado à RFS (Lira e colaboradores, 2010).

Além disso, a literatura possui resultados que relatam que o exercício resistido de baixa intensidade associado à restrição de fluxo apresenta melhora na função endotelial vascular e na circulação periférica de idosos saudáveis (Shimizu e colaboradores, 2016), como também provoca pequenos aumentos na rigidez arterial periférica, sem causar alterações na complacência venosa e, ao contrário do exercício sem restrição, não gera aumento do fluxo sanguíneo (Fahs e colaboradores, 2014), o que, em contraste com nossos achados realizado com um grupo específico de mulheres diagnosticadas com SM, sugerimos que essa população específica pode se beneficiar da melhoria da função endotelial do exercício de baixa intensidade e da restrição de fluxo associada.

Devan e colaboradores (2011) relatam que o avanço da idade está associado a um tempo maior de recuperação da lesão endotelial, e a prática regular de exercícios de resistência pode proteger o endotélio contra esse tipo de lesão com o avanço da idade.

Diante da lacuna literária sobre treinamento físico de baixa intensidade com RFS em grupos especiais, este estudo buscar levar alternativas de modificação de fatores que podem interferir para melhora endócrina, como redução dos índices dislipidêmicos através de exercício, repercutindo na diminuição de percentis de gordura corporal, sendo uma alternativa para incremento nos programas de exercício físico e melhora da qualidade de vida dessas idosas com SM.

CONCLUSÃO

Após oito semanas de exercícios de resistência com RFS de baixa intensidade em mulheres idosas com SM, foi possível reduzir o percentual de gordura, a circunferência da cintura, a PAS, os níveis de colesterol e a fração de LDL.

Além disso, o treinamento de baixa intensidade com restrição de fluxo promoveu a melhora da função endotelial nessa população.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA (Universal - 01293/16); Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA - (BEPP-

01404/21, universal 00919/17) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

REFERÊNCIAS

1-Araujo, J.P.; Neto, G.R.; Loenneke, J.P.; Bembem, M.G.; Laurentino, G.C.; Batista, G.; Silva, J.C.; Freitas, E.D.; Sousa, M.S. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. *Age*. Vol. 37. Num. 6. 2015. p. 110, 2015.

2-Carpio-Rivera, E.; Moncada-Jiménez, J.; Salazar-Rojas, W.; Solera-Herrera, A. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 106. Num. 5. 2016. p. 422-433.

3-Cezar, M.A.; Sá, C.A.; Corralo, V.S.; Copatti, S.L.; Santos, G.A.G.; Grigoletto, M.E.S. Effects of exercise training with blood flow restriction on blood pressure in medicated hypertensive patients. *Motriz*. Vol. 22. Num. 2. 2016. p. 9-17.

4-Devan, A.E.; Umpierre, D.; Harrison, M.L.; Lin, H.F.; Tarumi, T.; Renzi, C.P.; Dhindsa, M.; Hunter, S.D.; Tanaka, H. Endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: association with age and habitual exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulation Physiology*. Vol. 300. Num. 3. 2011. p. 813-819.

5-Fahs, C.A.; Rossow, L.M.; Thiebaud, R.S.; Loenneke, J.P.; Kim, D.; Abe, T.; Beck, T.W.; Feeback, D.L.; Bembem, D.A.; Bembem, M.G. Vascular adaptations to low-load resistance training with and without blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 114. Num. 4. 2014. p. 715-724.

6-Farias, D.L.; Tibana, R.A.; Teixeira, T.G.; Vieira, D.C.L.; Tarja, V.; Nascimento, D.C.; Silva, A.O.; Funghetto, S.S.; Cousa, M.A.S.; Valduga, R.; Karnikowski, M.G.O.; Prestes, J. Elderly women with metabolic syndrome present higher cardiovascular risk and lower relative muscle strength. *Einstein*. Vol. 11. Num. 2. 2013. p. 174-179.

7-Hill, S.; Birmingham, M.A.; Knight, P.K. Lipid metabolism in young men after acute resistance

exercise at two different intensities. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 8. Num. 4. 2005. p. 441-445.

8-Kizhakekuttu, T.J.; Guttermann, D.D.; Phillips, S.A.; Jurva, J.W.; Arthur, E.I.; Das, E.; Widlansky, M.E. Measuring FMD in the brachial artery: how important is QRS gating?. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 109. Num. 4. 2010. p. 959-965.

9-Kock, K.S.; Silva, J.B.F.; Marques, J.L.B. Comparação do índice tornozelo-braquial com parâmetros de rigidez e resistencial arterial periférica avaliados por fotopletimografia em idosos. *Jornal Vascular Brasileiro*. Vol. 18. 2019.

10-Lima, T.R.; Silva, D.A.S.; Giehl, M.W.C.; D'Orsi, E.; González-Chica, D.A. Clusters of Cardiometabolic Risk Factors and Their Association with Atherosclerosis and Chronic Inflammation among Adults and Elderly in Florianópolis, Southern Brazil. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 117. Num. 1. 2021. p. 39-48.

11-Lira, F.S.; Yamashita, A.S.; Uchida, M.C.; Zanchi, N.E.; Gualano, B.; Martins, E.; Caperuto, E.C.; Seelaender, M. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. Vol. 2. 2010. p. 31. 2010.

12-Lixandrão, M.E. Efeito de diferentes pressões de oclusão e intensidade de exercício sobre as adaptações morfológicas e funcionais a um programa de treinamento de força. *Escola de Educação Física e Esporte-USP*. São Paulo. 2015.

13-Loenneke, J.P.; Wilson, G.J.; Wilson, J.M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 1. 2010. p. 1-4.

14-Maciel, A.W.S.; Moraes, L.; Campos, R.C.A.; Ferreira, A.C.; Dias-Filho, C.A.A.; Dias, C.J.M.; Pires, F.O.; Urtado, C.B.; Rodrigues, B.; Mostarda, C. Acute Effects of Resistance Exercise With Blood Flow Restriction in Elderly Women: A Pilot Study. *Journal of Aging and Physical Activity*. Vol. 29. Num. 3. 2020. p. 361-371.

15-Medeiros, R.C.; Oliveira, T.A. Os efeitos do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo na hipertrofia muscular de idosos saudáveis: uma revisão sistemática. Anais VI CIEH. Realize Editora. Campina Grande. 2019.

16-Mostarda, C.; Rogow, A.; Silva, I.C.; De La Fuente, R.N.; Jorge, L.; Rodrigues, B.; Heeren, M.V.; Caldini, E.G.; De Angelis, K.; Irigoyen, M.C. Benefits of exercise training in diabetic rats persist after three weeks of detraining. Autonomic Neuroscience. Vol. 145. Num. 1-2. 2009. p. 11-16.

17-Mostarda, C.; Moraes-Silva, I.C.; Salemi, V.M.; Machi, J.F.; Rodrigues, B.; De Angelis, K.; Farah, V.M.; Irigoyen, M.C. Exercise training prevents diastolic dysfunction induced by metabolic syndrome in rats. Clinics. Vol. 67. Num. 7. 2012. p. 815-820.

18-Mouser, J.G.; Laurentino, G.C.; Dankel, S.J.; Buckner, S.L.; Jessee, M.B.; Counts, B.R.; Mattocks, K.T.; Loenneke, J.P. Blood flow in humans following low-load exercise with and without blood flow restriction. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. Vol. 42. Num. 11. 2017. p. 1165-1171.

19-Pinto, A.C.P.N.; Natour, J. Força muscular de membros inferiores em mulheres com artrite reumatoide e mulheres sem a doença: há diferença?. Fisioterapia e Pesquisa. Vol. 25. Num. 4. 2018. p. 364-368.

20-Renzi, C.P.; Tanaka, H.; Sugawara, J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 42. Num. 4. 2010. p. 726-732.

21-Santiago, L.A.M.; Lima Neto, L.G.; Santana, P.V.A.; Mendes, P.C.; Lima, W.K.R.; Navarro, F. Treinamento resistido reduz riscos cardiovasculares em idosos. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 21. Num. 4. 2015. p. 261-265.

22-Santos, L.P.; Santo, R.C.D.E.; Ramis, T.R.; Portes, J.K.S.; Chakr, R.M.D.S.; Xavier, R.M. The effects of resistance training with blood flow restriction on muscle strength, muscle hypertrophy and functionality in patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis: A systematic review with meta-analysis. PLoS One. Vol. 16. Num. 11. 2021.

23-Shimizu, R.; Hotta, K.; Yamamoto, S.; Matsumoto, T.; Kamiya, K.; Kato, M.; Hamazaki, N.; Kamekawa, D.; Akiyama, A.; Kamada, Y.; Tanaka, S.; Masuda, T. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. European Journal of Applied Physiology. Vol. 116. Num. 4. 2016. p. 749-757.

24-Silva, H.G.; Rodrigues Neto, G.; Vasconcelos, W.K.V.; Pereira-Neto, E.A.; Silva, J.C.G.; Bittar, S.T.; Cirilo-Sousa, M.S. Effect of Exercise with Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Hemodynamics. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 26. Núm. 6, p. 542-546. 2020.

25-Silva, N.A.; Pedraza, D.F.; Menezes, T.N. Nobre de Desempenho funcional e sua associação com variáveis antropométricas e de composição corporal em idosos. Ciência & Saúde Coletiva. Vol. 20. Num. 12. 2015. p. 3723-3732.

26-Takarada, Y.; Takazawa, H.; Sato, Y.; Takebayashi, S.; Tanaka, Y.; Ishii, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. Journal of Applied Physiology. Vol. 88. Num. 6. 2000. p. 2097-2106.

27-Than, V.; Silva, T.M.; Sobey, C.G.; Lim, K.; Drummond, G.R.; Vinh, A.; Jelinic, M. The Vascular Consequences of Metabolic Syndrome: Rodent Models, Endothelial Dysfunction, and Current Therapies. Frontiers in Pharmacology. Vol. 11. 2020. p. 148.

28-Tune, J.D.; Goodwill, A.G.; Sassoon, D.J.; Mather, K.J. Cardiovascular consequences of metabolic syndrome. Translational Research. Vol. 183. 2017. p. 57-70.

E-mail dos autores:
prof.brodrigues@gmail.com
leohesley01@gmail.com
jfreiremachi@health.fau.edu
cristiano.mostarda@gmail.com

Autor Correspondente:
Cristiano Teixeira Mostarda.
cristiano.mostarda@gmail.com
Recebido para publicação em 24/08/2024
Aceito em 03/02/2025