

Vasodilatação e Redução da Pressão Arterial Sistólica após uma Sessão de Treinamento Intervalado de Alta Intensidade em Pacientes com Insuficiência Cardíaca com Fração de Ejeção Preservada

Vasodilation and Reduction of Systolic Blood Pressure after One Session of High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure with Preserved Ejection Fraction

Juliana Beust de Lima, Anderson Donelli da Silveira, Marco Aurélio Lumertz Saffi, Márcio Garcia Menezes, Diogo Silva Piardi, Leila Denise Cardoso Ramos Ramm, Maurice Zanini, Rosane Maria Nery, Ricardo Stein
Hospital de Clínicas de Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS – Brasil

Resumo

Fundamento: Insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (ICFEP) é uma síndrome multifatorial caracterizada por limitação ao exercício. O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é uma estratégia emergente para a reabilitação do exercício em diferentes contextos. Em pacientes com ICFEP, os efeitos subagudos do HIIT sobre a função endotelial e a pressão arterial ainda são desconhecidos.

Objetivo: Avaliar o efeito subagudo de uma única sessão do HIIT sobre a função endotelial e a pressão arterial em pacientes com ICFEP.

Métodos: Dezesesseis pacientes com ICFEP foram submetidos a uma sessão de 36 minutos de HIIT em esteira rolante, alternando quatro minutos de intervalos de alta intensidade com três minutos de recuperação ativa. O diâmetro da artéria braquial, a dilatação mediada pelo fluxo e a pressão arterial foram avaliados imediatamente antes e 30 minutos após a sessão de HIIT. Em todas as análises, $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados: Houve aumento do diâmetro da artéria braquial (pré-exercício: $3,96 \pm 0,57$ mm; pós-exercício: $4,33 \pm 0,69$ mm; $p < 0,01$), e diminuição da pressão arterial sistólica (pré-exercício: 138 ± 21 mmHg; pós-exercício: 125 ± 20 mmHg; $p < 0,01$). A dilatação mediada por fluxo (pré-exercício: $5,91 \pm 5,20\%$; pós-exercício: $3,55 \pm 6,59\%$; $p = 0,162$) e pressão arterial diastólica (pré-exercício: 81 ± 11 mmHg; pós-exercício: 77 ± 8 mmHg; $p = 1,000$) não se alteraram significativamente. Não houve eventos adversos durante o experimento.

Conclusões: Uma única sessão do HIIT promoveu aumento do diâmetro da artéria braquial e redução da pressão arterial sistólica, mas não alterou a dilatação mediada pelo fluxo e a pressão arterial diastólica. (Arq Bras Cardiol. 2018; 111(5):699-707)

Palavras-chave: Insuficiência Cardíaca; Pressão Arterial; Exercício; Vasodilatação; Artéria Braquial; Endotélio/função.

Abstract

Background: Heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF) is a multifactorial syndrome characterized by a limited exercising capacity. High-intensity interval training (HIIT) is an emerging strategy for exercise rehabilitation in different settings. In patients with HFpEF, HIIT subacute effects on endothelial function and blood pressure are still unknown.

Objective: To evaluate the subacute effect of one HIIT session on endothelial function and blood pressure in patients with HFpEF.

Methods: Sixteen patients with HFpEF underwent a 36-minute session of HIIT on a treadmill, alternating four minutes of high-intensity intervals with three minutes of active recovery. Brachial artery diameter, flow-mediated dilation, and blood pressure were assessed immediately before and 30 minutes after the HIIT session. In all analyses, $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: There was an increase in brachial artery diameter (pre-exercise: 3.96 ± 0.57 mm; post-exercise: 4.33 ± 0.69 mm; $p < 0.01$) and a decrease in systolic blood pressure (pre-exercise: 138 ± 21 mmHg; post-exercise: 125 ± 20 mmHg; $p < 0.01$). Flow-mediated dilation (pre-exercise: $5.91 \pm 5.20\%$; post-exercise: $3.55 \pm 6.59\%$; $p = 0.162$) and diastolic blood pressure (pre-exercise: 81 ± 11 mmHg; post-exercise: 77 ± 8 mmHg; $p = 1.000$) did not change significantly. There were no adverse events throughout the experiment.

Conclusions: One single HIIT session promoted an increase in brachial artery diameter and reduction in systolic blood pressure, but it did not change flow-mediated dilation and diastolic blood pressure. (Arq Bras Cardiol. 2018; 111(5):699-707)

Keywords: Heart Failure; Arterial Pressure; Exercise; Vasodilatation; Brachial Artery; Endothelium/function.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Juliana Beust de Lima •

R. Ramiro Barcelos, 2350, CEP 90035-007, Santa Cecília, Porto Alegre, RS - Brasil

E-mail: julianabeustdelima@gmail.com

Artigo recebido em 27/02/2018, revisado em 23/05/2018, aceito em 23/05/2018

DOI: 10.5935/abc.20180202

Introdução

A insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (ICFEP) é uma síndrome clínica complexa e prevalente. Caracteriza-se por limitação acentuada ao exercício, sendo que o tratamento farmacológico ainda não demonstrou melhora na taxa de mortalidade nesse cenário.^{1,2} As abordagens terapêuticas são limitadas e se baseiam principalmente no controle dos sintomas e no manejo dos fatores de risco cardiovascular, como pressão arterial (PA) elevada.³⁻⁵

A hipertensão está associada ao aumento do estresse oxidativo e da inflamação vascular, intimamente relacionados à disfunção endotelial.^{6,7} Por outro lado, a função endotelial atenuada em indivíduos com ICFEP contribui para a intolerância ao exercício⁸⁻¹⁰ e é um preditor independente de eventos cardiovasculares adversos.^{11,12} Como uma intervenção não farmacológica, o treinamento físico aparece como uma estratégia potencial a ser incluída no arsenal terapêutico da ICFEP.^{13,14}

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) surgiu como uma modalidade de exercício com impacto positivo em alguns resultados cardiovasculares, sendo pelo menos tão eficaz quanto o treinamento contínuo de intensidade moderada em pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida.¹⁵⁻¹⁷ Meta-análises recentes demonstraram que o HIIT, em longo prazo, é superior na promoção da melhora da função endotelial e na redução da PA em indivíduos com fatores de risco cardiovascular.^{18,19} Em estudos anteriores, após uma única sessão de HIIT, os pacientes com doença arterial coronariana e hipertensão apresentaram aumento do diâmetro da artéria braquial,^{20,21} melhoraram a função endotelial²⁰ e reduziram a PA.²¹⁻²³

Sabe-se que pacientes com ICFEP têm a reserva vasodilatadora atenuada durante o exercício, assim como comprometida resposta no acoplamento ventrículo-arterial.^{9,10,24} Entretanto, o efeito de uma única sessão do HIIT sobre a função endotelial e sobre a PA nesses pacientes ainda é desconhecido. Considerando esta lacuna na literatura, o objetivo do presente estudo foi avaliar o diâmetro da artéria braquial, a função endotelial e a PA 30 minutos após uma única sessão do HIIT em pacientes com ICFEP.

Métodos

Pacientes e desenho do estudo

Este estudo do tipo antes e depois (quase experimental) foi realizado entre junho de 2014 e novembro de 2015. Dezenove pacientes com ICFEP, de acordo com os critérios da Sociedade Europeia de Cardiologia,²⁵ foram recrutados sequencialmente em um ambulatório de cardiologia de um hospital terciário no sul Brasil. Os critérios de elegibilidade foram a presença de sinais e sintomas de insuficiência cardíaca, fração de ejeção preservada (> 50%), disfunção diastólica (índice de volume diastólico final do ventrículo esquerdo < 97 mL/m²) com aumento da pressão de enchimento (E/e' > 8) e, no caso de E/e' < 15, pelo menos outro critério de diagnóstico para ICFEP, de acordo com o documento acima mencionado. Idade entre 40 e 75 anos,

classe funcional I a III da New York Heart Association (NYHA), e estabilidade clínica sob terapia medicamentosa ótima nos últimos 3 meses também foram considerados critérios de elegibilidade. Pacientes com doença pulmonar grave, doença valvar e arterial periférica de moderada a grave foram excluídos. Da mesma forma, neuropatia autonômica, angina instável, história de arritmias complexas induzidas por estresse, pacientes com dispositivos eletrônicos cardíacos implantáveis, e aqueles com condições musculoesqueléticas e/ou cognitivas limitantes foram excluídos.

Primeiramente, os pacientes foram submetidos à ecocardiografia Doppler com mapeamento de fluxo em cores para confirmação dos critérios de diagnóstico de ICFEP. Em seguida, um teste cardiopulmonar do exercício foi realizado para avaliar os limiares ventilatórios e consumo de oxigênio de pico, bem como a resposta da frequência cardíaca ao exercício. Até 14 dias após o teste cardiopulmonar do exercício o diâmetro da artéria braquial, a dilatação fluxo-mediada (DFM) e a dilatação independente do endotélio foram avaliados imediatamente antes e 30 minutos após uma sessão de HIIT. Na mesma sessão experimental, a PA e a frequência cardíaca foram medidas em dois momentos diferentes, antes e após o exercício, conforme descrito abaixo.

Medições e instrumentos

Características dos pacientes

Os dados demográficos e clínicos foram coletados no primeiro dia através de um questionário, e verificados nos prontuários de cada paciente. Dados antropométricos foram coletados no momento da conclusão do questionário.

Ecocardiograma transtorácico

Todos os exames ecocardiográficos foram realizados utilizando equipamento Envisor C HD ou HD 11 (Philips, EUA) com um transdutor setorial multifrequencial padrão, por um cardiologista treinado. As imagens foram adquiridas segundo um protocolo padronizado, seguindo as recomendações correntes nas diretrizes atuais.^{25,26} As imagens em formato cine-loop e as imagens estáticas de 3 batimentos consecutivos foram registradas em vistas padrão 2D, M-mode, vistas ecocardiográficas com Doppler e com Doppler tecidual. A fração de ejeção do ventrículo esquerdo foi calculada pela fórmula de Teichholz, a partir da vista paraesternal do eixo longo. Para pacientes com anormalidades regionais de movimento da parede, a regra de Simpson foi utilizada para calcular a fração de ejeção. O volume do átrio esquerdo foi medido na sístole ventricular, imediatamente antes da abertura da válvula mitral, e calculado a partir das incidências apicais de 4 e 2 câmaras usando o método biplano dos discos. A função diastólica do ventrículo esquerdo foi avaliada com Doppler pulsátil transmitral (pico de velocidade E, pico de velocidade A relação E/A e tempo de desaceleração) e velocidade do Doppler tecidual do anel mitral (velocidade diastólica precoce - e', velocidade diastólica final - a').

Teste cardiopulmonar do exercício

O teste foi realizado em esteira rolante (General Electric T-2100, GE Healthcare, Waukesha, EUA) e a análise dos gases expirados respiração-a-respiração foi realizada utilizando-se um sistema Cortex Metalyzer 3B (Cortex Medical, Leipzig, Alemanha). A frequência cardíaca foi monitorada com um eletrocardiógrafo de 12 derivações (Nihon Kohden Corporation, Tóquio, Japão), com colocação de eletrodos como descrito por Mason e Likar.²⁷ A PA foi medida com um esfigmomanômetro (PA 2001, PA MED, São Paulo, Brasil) a cada 3 minutos durante o teste, e adicionalmente a critério do médico. Todos os testes foram realizados no período da manhã, com temperatura ambiente entre 18 e 22°C e umidade relativa em torno de 60%, e sempre pelo mesmo pesquisador (ADS), cardiologista com experiência em Teste cardiopulmonar do exercício, certificado pelo Departamento de Ergometria, Exercício e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Um protocolo de rampa individualizado foi usado como descrito em estudo prévio.²⁸ Os testes foram considerados máximos quando o quociente respiratório (R) era igual ou maior que 1,10.

Pressão arterial

A PA foi medida com um dispositivo digital (G-Tech MA100, Shenzhen, China) em quatro momentos diferentes: 1) pré-avaliação da função endotelial (depois de 15 minutos em repouso); 2) imediatamente antes da sessão de HIIT; 3) 5 minutos após a sessão de HIIT; 4) 30 minutos após a sessão de HIIT.

Função endotelial

Os pacientes foram instruídos a não realizar qualquer tipo de exercício, não fumar, e a não consumir cafeína ou álcool por 24 horas antes da avaliação. A avaliação foi feita após 15 minutos de descanso em uma sala com temperatura entre 18 e 22°C. Os pacientes estavam em decúbito dorsal, com o braço esquerdo posicionado confortavelmente. As medidas não invasivas da função endotelial foram realizadas com o sistema bidimensional Philips EnVisor Ultrasound (Philips, EUA) com um módulo de eletrocardiograma e um transdutor vascular de alta frequência (7-12 MHz).

Uma imagem da artéria braquial foi obtida a 2-5 cm da fossa antecubital em um plano longitudinal. O diâmetro da artéria foi medido manualmente a partir da camada íntima anterior e posterior. A inspeção visual de quadros isolados foi realizada, e os marcadores foram colocados em pontos discretos ao longo da imagem em modo B, quando as médias foram calculadas.

Após a medição basal do diâmetro da artéria braquial, um esfigmomanômetro foi inflado no antebraço esquerdo do paciente 50 mmHg acima da PA sistólica, permanecendo por 5 minutos. Sessenta segundos após a desinsuflação do manguito do esfigmomanômetro, uma nova imagem foi registrada sincronizada com a onda R do eletrocardiograma para identificação do diâmetro da artéria, possibilitando a mensuração da DFM.

Após 15 minutos (para normalização), o diâmetro da artéria foi medido novamente. Em seguida, administrou-se

sublingualmente uma dose (0,4 mg) de nitroglicerina em spray. Após 5 minutos, outra imagem foi gravada para medir a dilatação independente do endotélio. Esses dados foram coletados antes do exercício e 30 minutos após a sessão de HIIT.

A DFM foi expressa como a mudança relativa no diâmetro da artéria braquial como segue: [(diâmetro pós-hiperemia - diâmetro basal) / diâmetro basal] × 100.

Protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade

A sessão de HIIT foi realizada em esteira rolante de acordo com o protocolo recomendado pela European Society of Cardiology (ESC).¹⁵ A sessão começou com um aquecimento de 8 minutos com intensidade moderada, seguido de quatro blocos de 4 minutos cada, a 85-95% da frequência cardíaca máxima, 15 a 17 na classificação de Borg de escala de esforço percebido,²⁹ alternando com 3 minutos com a 60-70% da frequência cardíaca máxima, 11 a 13 na escala de Borg. O treinamento terminou com 3 minutos de desaquecimento com intensidade moderada, totalizando 36 minutos. A zona alvo da frequência cardíaca estipulada para cada bloco se baseou na frequência cardíaca máxima atingida no teste cardiopulmonar do exercício, e que foi continuamente medida durante o treinamento através de monitorização eletrocardiográfica de 12 derivações (Nihon Kohden Corporation, Tóquio, Japão).

Análise estatística

Os dados foram analisados no programa SPSS, versão 20.0. As variáveis categóricas são descritas como frequências absolutas e porcentagens. As variáveis contínuas com distribuição normal são descritas como médias e desvios padrão. A única variável sem distribuição normal (VE/VCO₂ slope) foi descrita como mediana e intervalo interquartil. Após o cumprimento das suposições de normalidade, o teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para comparar as médias das variáveis de função endotelial (diâmetro da artéria braquial, DFM, e dilatação independente do endotélio) pré e pós-exercício. Equações de estimativas generalizadas (GEE) foram usadas para comparar a média da pressão arterial e a frequência cardíaca entre quatro momentos diferentes durante o experimento. Em todas as análises, $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Inicialmente, dezenove pacientes foram incluídos no estudo. Após a primeira avaliação, dois pacientes que não completaram o teste cardiopulmonar do exercício, e um que tinha uma condição médica limitante, foram excluídos, como mostrado na Figura 1.

A Tabela 1 mostra as características demográficas, antropométricas e clínicas da amostra.

Todos os pacientes apresentaram fração de ejeção normal, redução do volume diastólico final do ventrículo esquerdo e aumento da pressão de enchimento, como mostrado na tabela 2. Entretanto, oito pacientes apresentaram $15 > E/e' > 8$. Nestes últimos, pelo menos outro critério diagnóstico

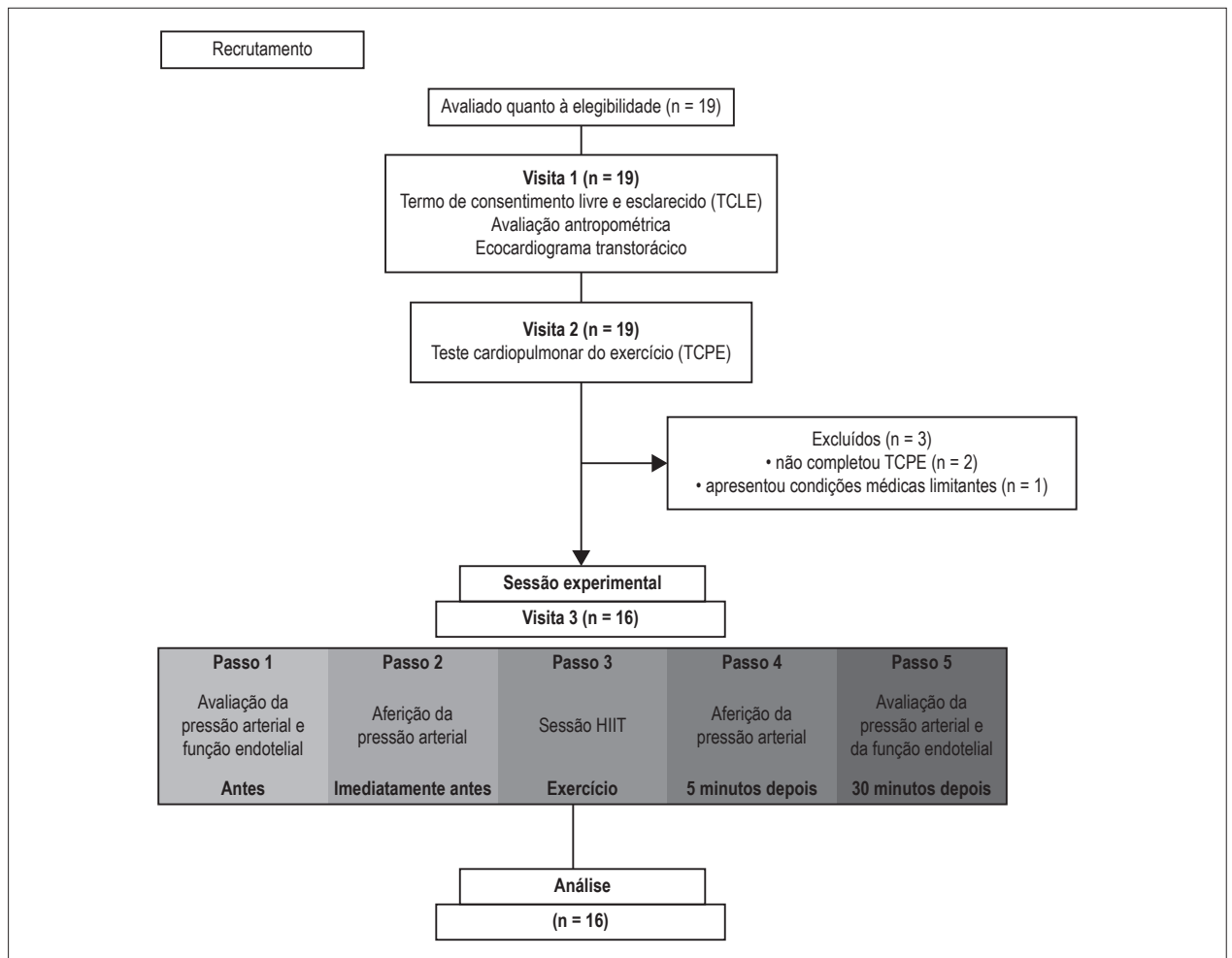


Figura 1 – Diagrama do fluxo do estudo.

para ICFEP foi confirmado. Redução da capacidade funcional e aumento da ineficiência ventilatória foram identificados no teste cardiopulmonar do exercício. A razão de trocas respiratórias máximas $> 1,1$ foi alcançada como critério de maximalidade, como mostrado na tabela 3.

Todos os pacientes toleraram o exercício e completaram a sessão experimental. As variáveis do protocolo de exercício se encontram descritas na tabela 4.

Uma única sessão do HIIT promoveu um aumento subagudo de $0,37 \pm 0,44$ mm no diâmetro da artéria braquial, como mostrado na Figura 2. Esse aumento também foi observado no diâmetro da artéria braquial pós-hiperemia. Entretanto, quando esses dados foram utilizados para calcular a variação pré e pós-HIIT no diâmetro da artéria, não houve diferença na DFM absoluta e na DFM relativa. Além disto, não houve diferença no diâmetro da artéria braquial pré-NTG (Nitroglicerina) e pós-NTG. Da mesma forma, não houve diferença na dilatação absoluta independente do endotélio e na dilatação relativa independente do endotélio após uma única sessão do HIIT, conforme apresentado na tabela 5.

A pressão arterial sistólica e diastólica no basal foi de 138 ± 21 mmHg e 81 ± 11 mmHg, respectivamente. A Figura 3 mostra a variação na PA em quatro diferentes momentos do experimento. Uma redução significativa na PA sistólica foi observada 5 e 30 minutos após a sessão de HIIT em comparação com a primeira aferição. Não houve diferença na PA diastólica e na PA média antes e depois da sessão de HIIT.

Discussão

Até onde temos conhecimento, este é o primeiro estudo que mostra que uma única sessão de HIIT é eficaz em promover aumento subagudo significativo no diâmetro da artéria braquial, que foi acompanhado por uma redução significativa na PA sistólica em pacientes com ICFEP. Borlaug et al.,⁹ demonstraram que esses indivíduos apresentam disfunção global na reserva cardiovascular, demonstrando tanto prejuízo na diminuição da resistência vascular sistêmica, quanto no aumento do fluxo sanguíneo durante o exercício. Segundo os autores, esses fenômenos são potenciais contribuintes para a capacidade funcional limitada nesta condição clínica.

Tabela 1 – Características basais dos participantes

Característica	n = 16
Sexo feminino	9 (56%)
Idade (anos)	59 ± 7
Peso (kg)	87 ± 28
Altura (cm)	159 ± 10
Índice de massa corporal (kg/m ²)	34 ± 7
Circunferência da cintura (cm)	110 ± 27
Tabagista	
Tabagista ativo	2 (12%)
Ex-tabagista	7 (44%)
Classificação funcional NYHA	
II	12 (75%)
III	4 (25%)
Comorbidades	
Hipertensão	16 (100%)
Diabetes	7 (44%)
Doença reumática (gota)	2 (12%)
Fibrilação atrial	1 (6%)
IRC	4 (25%)
IAM	2 (12%)
Acidente vascular encefálico	3 (19%)
Medicamentos	
IECA/ARA	16 (100%)
Betabloqueadores	13 (81%)
Diuréticos	13 (81%)
Bloqueadores dos canais de cálcio	11 (69%)
Estatinas	10 (62%)
Antiagregantes plaquetários	9 (56%)
Vasodilatadores	7 (44%)
Medicamentos hipoglicêmicos	7 (44%)

Os valores são descritos como média ± desvio padrão ou frequência absoluta (porcentagem). Ex-tabagista: mais de 1 ano sem fumar; NYHA: New York Heart Association; IRC: insuficiência renal crônica; IAM: infarto agudo do miocárdio; IECA: inibidores da enzima conversora de angiotensina; ARA: antagonistas do receptor angiotensina.

Pacientes com ICFEP em nossa amostra demonstraram vasodilatação após uma única sessão do HIIT, sugerindo que esse tipo de exercício é um estímulo capaz de promover alterações vasomotoras sistêmicas subagudas, mesmo em pacientes com comprometimento do acoplamento ventrículo-arterial⁹⁻¹¹ e disfunção vascular crônica.^{6,8,30} É importante mencionar que algumas respostas fisiológicas agudas e subagudas ao exercício podem ser clinicamente relevantes. Essas respostas podem ser sobrepostas após a realização de sessões consecutivas de exercícios como uma somação temporal, assim contribuindo para adaptações crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular.³¹ Assim, sessões sucessivas

Tabela 2 – Variáveis ecocardiográficas

Variáveis	n = 16
FEVE (%)	68 ± 5
E/e'	13 ± 4
DAE (cm)	4,22 ± 0,1
VSFVE (ml)	37,9 ± 9,10
VDFVE (ml)	124,41 ± 23,24
VDFVEI (ml/m ²)	67,09 ± 6,35
ESIV (cm)	1,15 ± 0,17
EPP (cm)	1,10 ± 0,19
MVE (g)	244,35 ± 58
MVEI (g/m ²)	146,2 ± 35,84
VAEI (ml/m ²)	20,81 ± 3,40

Os valores são descritos como média ± desvio padrão. FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; Razão entre a velocidade diastólica precoce do fluxo mitral e a velocidade diastólica precoce do anel mitral; DAE: diâmetro do átrio esquerdo; VSFVE: volume sistólico final do ventrículo esquerdo; VDFVE: volume diastólico final do ventrículo esquerdo; VDFVEI: volume diastólico final do ventrículo esquerdo indexado pela superfície corporal; ESIV: espessura do septo interventricular; EPP: espessura da parede posterior; MVE: massa ventricular esquerda; MVEI: massa ventricular esquerda indexada pela superfície corporal; VAEI: volume atrial esquerdo indexado à superfície corporal.

Tabela 3 – Variáveis do teste cardiopulmonar do exercício

Variáveis	n = 16
VO ₂ pico (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	18,40 ± 3,16
FC máx. (bpm)	125 ± 23
VE/VCO ₂ slope	33 ± 6
PET CO ₂ de repouso (mmHg)	33 ± 3
Pulso O ₂	11,36 ± 4,45
R pico	1,16 ± 0,13

Os valores são descritos como média ± desvio padrão ou mediana ± intervalo interquartilico. VO₂ pico: consumo de oxigênio de pico; FC máx.: frequência cardíaca máxima; VE/VCO₂ slope: inclinação do equivalente ventilatório do dióxido de carbono; PET CO₂ de repouso: pressão expirada do dióxido de carbono; Pulso O₂: pulso de oxigênio; R pico: quociente respiratório.

de exercícios que aumentam o fluxo sanguíneo, a tensão de cisalhamento e, conseqüentemente, a biodisponibilidade do óxido nítrico, podem ser um mecanismo-chave para adaptações crônicas na hemodinâmica periférica.³² Fu et al.,³³ verificaram que, após 12 semanas de HIIT, pacientes com ICFEP aumentaram o VO₂ pico e melhoraram a hemodinâmica periférica, através do aumento da distribuição sanguínea e da extração de oxigênio pela musculatura durante o exercício.³³

Aumentos mediados pelo exercício na tensão cisalhamento têm um efeito forte e dose-dependente na dilatação arterial.³³ Birk et al.,³⁴ observaram que a vasodilatação ocorreu de forma mais significativa imediatamente após o exercício com intensidades mais altas em comparação

Tabela 4 – Variáveis do protocolo de exercício

Variáveis	Intensidade moderada	Alta intensidade
FC (bpm)	98 ± 19	113 ± 24
Escala BORG	13 ± 2	16 ± 2
Velocidade (km/h)	3 ± 0,3	4,9 ± 0,8
Inclinação (%)	0,9 ± 0,9	5,5 ± 1,9

Os valores são descritos como média ± desvio padrão. FC: frequência cardíaca; BORG: escala de esforço percebido.

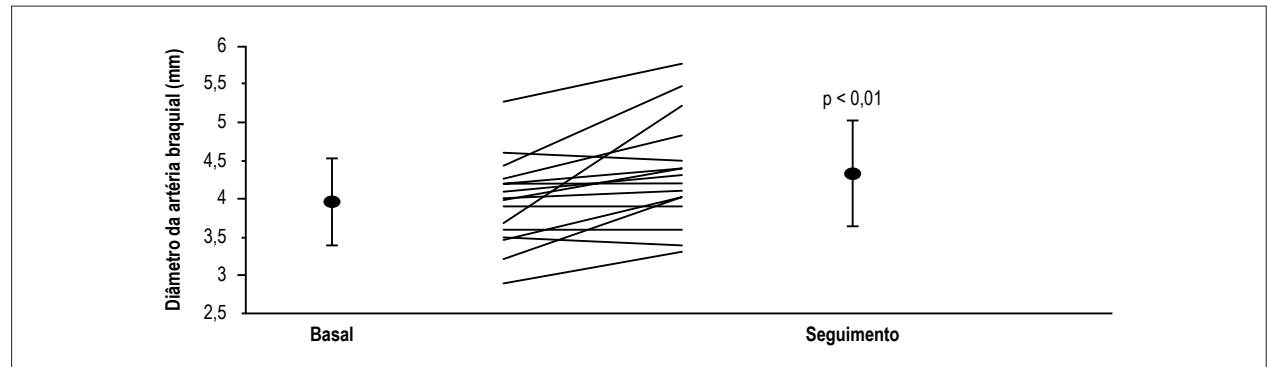


Figura 2 – Diâmetro da artéria braquial pré e pós-sessão de treinamento intervalado de alta intensidade. Os dados são expressos como média ± desvio padrão. Linhas representam valores individuais. O valor da probabilidade indica diferenças significativas dentro do grupo.

Tabela 5 – Diâmetros e variações da artéria braquial pré e pós-sessão de treinamento intervalado de alta intensidade

Variáveis	Pré	Pós	p
Diâmetro artéria braquial (mm)	3,96 ± 0,57	4,33 ± 0,69	< 0,01
Diâmetro artéria braquial pós hiperemia (mm)	4,19 ± 0,61	4,47 ± 0,66	< 0,05
DFM absoluta (mm)	0,23 ± 0,20	0,13 ± 0,26	0,177
DFM relativa (%)	5,91 ± 5,20	3,55 ± 6,59	0,162
Diâmetro	4,11 ± 0,65	4,16 ± 0,68	0,528
Diâmetro artéria braquial pós-NTG (mm)	4,57 ± 0,65	4,52 ± 0,64	0,541
NTG absoluto (mm)	0,46 ± 0,17	0,35 ± 0,20	0,106
NTG relativo (%)	11,4 ± 4,4	9,0 ± 5,37	0,117

Os valores são descritos como média ± desvio padrão. DFM: dilatação fluxo mediada; NTG: nitroglicerina.

às sessões de exercício com intensidades mais baixas.³⁴ Entretanto, parece que quanto maior a vasodilatação promovida pelo exercício, menor a resposta vasodilatadora observada pela oclusão imediatamente depois da sessão de exercício com indivíduos saudáveis.

Embora não haja publicações anteriores sobre o efeito subagudo de uma sessão de exercício sobre a função endotelial em pacientes com ICDEF, estudos anteriores avaliaram pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida em um contexto semelhante.^{35,36} Esses participantes responderam a uma única sessão de exercício de ciclismo com melhora da vasodilatação dependente do endotélio do antebraço (hiperemia reativa) avaliada por pletismografia até 30 minutos após o exercício.³⁵ Currie et al.,²⁰ avaliaram pacientes com doença arterial coronariana após uma única sessão de HIIT e encontraram um aumento na função

endotelial após 60 minutos.²⁰ Em outro experimento, o mesmo grupo mostrou que apenas indivíduos com doença arterial coronariana com disfunção endotelial apresentaram aumento da DFM após 15 minutos de uma sessão de HIIT.²¹ Curiosamente, como em nosso experimento, em ambos os estudos o diâmetro basal da artéria braquial aumentou.

Algumas evidências apontam que o exercício realizado com intensidades submáximas próximas ao pico do exercício promove uma redução da PA maior e mais longa depois do exercício do que quando o exercício é realizado em intensidades mais baixas.^{37,38} O efeito hipotensivo de HIIT já está bem estabelecido na literatura, mas antes do presente estudo, a PA não havia sido avaliada em pacientes com ICDEF após uma sessão de qualquer tipo de exercício. Em nosso experimento, observamos uma redução absoluta de $12,7 \pm 3,8$ mmHg na PA sistólica 30 minutos após uma sessão de exercício.

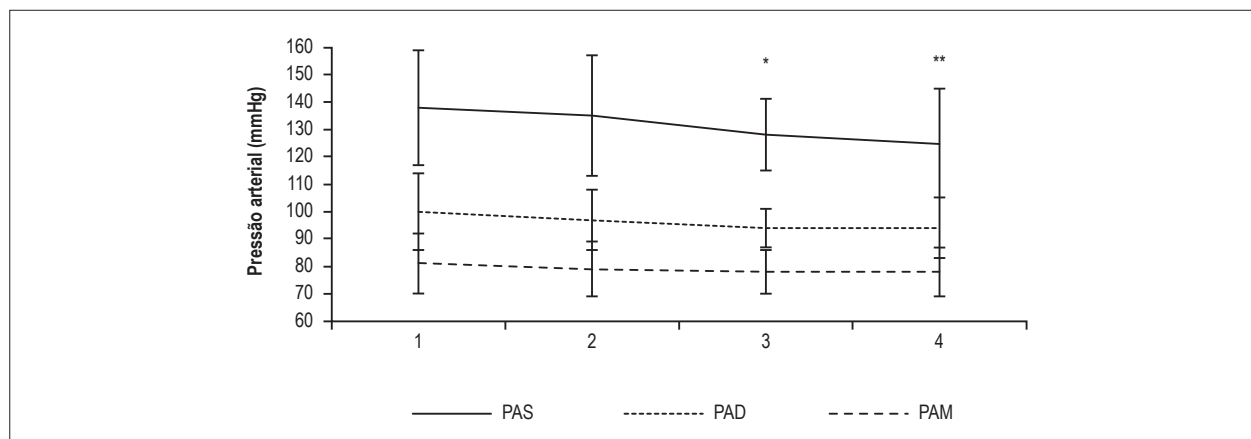


Figura 3 – Variação da pressão arterial antes e depois da sessão de treinamento intervalado de alta intensidade. Os dados são expressos como média \pm desvio padrão. As linhas representam valores médios. 1) pré-avaliação da função endotelial; 2) imediatamente antes da sessão HIIT; 3) 5 minutos após a sessão HIIT; 4) 30 minutos após a sessão HIIT; PAS: pressão arterial sistólica; PAM: pressão arterial média; PAD: pressão arterial diastólica. O valor da probabilidade indica diferenças intragrupo entre os pontos 3 e 1 e os pontos 4 e 1 da SBP * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Em uma situação crônica, esta redução pode ter relevância clínica, especialmente no caso de uma síndrome cujo controle rigoroso da PA é crucial. Curiosamente, uma meta-análise recente demonstrou que o HIIT realizado pelo menos 3 vezes por semana durante 12 semanas resultou em uma redução significativa na PA sistólica em indivíduos com sobrepeso/obesidade.¹⁹

É interessante notar que neste subgrupo de indivíduos com ICFC e reduzida da capacidade funcional, o exercício de alta intensidade foi bem tolerado, pois a sobrecarga adequada (velocidade e inclinação) foi prescrita individualmente, considerando sempre as zonas-alvo estabelecidas com base nos resultados teste cardiopulmonar do exercício de cada indivíduo.

Finalmente, em uma situação caracterizada pela limitação ao exercício, o treinamento com exercícios aeróbicos tem um papel significativo, e é indicado para todos os pacientes capazes de realizá-lo. Em um cenário agudo e subagudo, o HIIT reduziu a PA e aumentou o diâmetro da artéria braquial, sugerindo que essa modalidade de treinamento pode ser uma alternativa benéfica para indivíduos com ICFC.

Limitações e perspectivas futuras

Este foi um pequeno estudo antes e depois, unicêntrico, com pacientes com ICFC, nos quais a presença de diabetes, aterosclerose, gota e o uso de tabaco podem ter influenciado os seus resultados. Entretanto, estas características representam a realidade dessa complexa síndrome que se apresenta com múltiplas comorbidades. Reconhecemos que mais estudos são necessários para avaliar o efeito de uma sessão de HIIT, especialmente após uma hora, bem como a eficácia de longo prazo desta estratégia de exercício como parte de um programa de reabilitação cardiovascular para estes pacientes. Finalmente, a presença de um grupo controle de indivíduos pareados sem ICFC poderia ajudar a estabelecer quais respostas podem ser atribuídas à síndrome em estudo. Da mesma forma, a comparação de uma sessão de HIIT com uma sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade poderia ajudar a estabelecer as diferenças na resposta hemodinâmica entre estes diferentes protocolos de exercício.

Conclusão

Uma única sessão de HIIT promoveu aumento no diâmetro da artéria braquial e redução na PA sistólica, sem alterar a DFM e a PA diastólica 30 minutos após a sessão de exercício.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Lima JB, Silveira AD, Zanini M, Nery RM, Stein R; Obtenção de dados: Lima JB, Silveira AD, Saffi MAL, Menezes MG, Piardi DS, Ramm LDCR; Análise e interpretação dos dados: Lima JB, Saffi MAL, Menezes MG, Piardi DS, Ramm LDCR, Stein R; Análise estatística: Lima JB; Redação do manuscrito: Lima JB, Silveira AD, Stein R; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Lima JB, Silveira AD, Saffi MAL, Zanini M, Nery RM, Stein R.

Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de financiamento

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos (FIPE) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Juliana Beust de Lima pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre sob o número de protocolo 130471. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Referências

1. Owan TE, Hodge DO, Herges RM, Jacobsen SJ, Roger VL, Redfield MM. Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. *N Engl J Med*. 2006;355(3):251-9.
2. Redfield MM. Heart failure with preserved ejection fraction. *N Engl J Med*. 2016;375(19):1868-77.
3. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2012;33(14):1787-847.
4. McMurray JJ, Carson PE, Komajda M, McKelvie R, Zile MR, Ptaszynska A, et al. Heart failure with preserved ejection fraction: clinical characteristics of 4133 patients enrolled in the I-PRESERVE trial. *Eur J Heart Fail*. 2008;10(2):149-56.
5. WRITING COMMITTEE MEMBERS, Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE Jr, Drazner MH, et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2013;128(16):e240-e327.
6. Paulus WJ, Tschöpe C. A novel paradigm for heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(4):263-71.
7. Lim SL, Lam SPC. Breakthrough in heart failure with preserved ejection fraction: are we there yet? *Korean J Intern Med*. 2016;31(1):1-14.
8. Haykowsky MJ, Kitzman DW. Exercise physiology in heart failure and preserved ejection fraction. *Heart Fail Clin*. 2014;10(3):445-52.
9. Borlaug BA, Olson TP, Lam CS, Flood KS, Lerman A, Johnson BD, et al. Global cardiovascular reserve dysfunction in heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56(11):845-54.
10. Borlaug BA, Melenovsky V, Russell SD, Kessler K, Pacak K, Becker LC, et al. Impaired chronotropic and vasodilator reserves limit exercise capacity in patients with heart failure and a preserved ejection fraction. *Circulation*. 2006;114(20):2138-47.
11. Akiyama E, Sugiyama S, Matsuzawa Y, Konishi M, Suzuki H, Nozaki T, et al. Incremental prognostic significance of peripheral endothelial dysfunction in patients with heart failure with normal left ventricular ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(18):1778-86.
12. Matsue Y, Suzuki M, Nagahori W, Ohno M, Matsumura A, Hashimoto Y, et al. Endothelial dysfunction measured by peripheral arterial tonometry predicts prognosis in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Int J Cardiol*. 2013;168(1):36-40.
13. Pandey A, Parashar A, Kumbhani JD, Agarwal S, Garg J, Kitzman D, et al. Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circ Heart Fail*. 2015;8(1):33-40.
14. Dieberg C, Ismail H, Giallauria F, Smart NA. Clinical outcomes and cardiovascular responses to exercise training in heart failure patients with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *J Appl Physiol*. 2015;119(6):726-33.
15. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride PE, Moholdt T, Stone JA, et al. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a JOINT POSITION STATEMENT OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR CARDIOVASCULAR PREVENTION AND REHABILITATION, THE AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION, AND THE CANADIAN ASSOCIATION OF CARDIAC REHABILITATION. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2012;32(6):327-50.
16. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*. 2007;115(24):3086-94.
17. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C, et al. High-intensity interval training in patients with Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation* 2017;135(9): 839-49
18. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015;45(5):679-92.
19. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*. 2017;51(6):494-503.
20. Currie KD, McKelvie RS, MacDonald MJ. Flow-Mediated Dilation Is Acutely Improved after High-Intensity Interval Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(11): 2057-64.
21. Currie KD, McKelvie RS, MacDonald MJ. Brachial artery endothelial responses during early recovery from an exercise bout in patients with coronary artery disease. *BioMed Res Int*. 2014;2014:591918.
22. Ciolac EG, Guimarães GV, D'Ávila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. *Int J Cardiol*. 2009;133(3):381-7.
23. Carvalho RST de, Pires CMR, Junqueira GC, Freitas D, Marchi-Alves LM. Hypotensive response magnitude and duration in hypertensives: continuous and interval exercise. *Arq Bras Cardiol*. 2014;104(3):234-41.
24. Kawaguchi M, Hay I, Fetis B, Kass DA. Combined ventricular systolic and arterial stiffening in patients with heart failure and preserved ejection fraction implications for systolic and diastolic reserve limitations. *Circulation*. 2003;107(5): 714-20.
25. Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachskampf FA, Rademakers FE, et al. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007; 28(20): 2539-50.
26. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, Beller GA, Bierman FZ, Davis JL, et al. ACC/AHA/ASE 2003 Guideline Update for the Clinical Application of Echocardiography: Summary Article: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *Circulation*. 2003;108(9):1146-62.
27. Mason RE, Likar I. A new system of multiple-lead exercise electrocardiography. *Am Heart J*. 1966; 71(2):196-205.
28. Nery RM, Zanini M, de Lima JB, Bühler RP, da Silveira AD, Stein R. Tai Chi Chuan improves functional capacity after myocardial infarction: A randomized clinical trial. *Am Heart J*. 2015; 169(6):854-60.
29. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
30. Maréchaux S, Samson R, van Belle E, Breyne J, de Monte J, Dédrie C, et al. Vascular and microvascular endothelial function in heart failure with preserved ejection fraction. *J Card Fail*. 2015;22(1):3-11.
31. da Nobrega AC. The subacute effects of exercise: concept, characteristics. *Exerc Sport Sci Rev*. 2005; 33(2):84-7.
32. Dawson EA, Green DJ, Timothy Cable N, Thijssen DH. Effects of acute exercise on flow-mediated dilatation in healthy humans. *J Appl Physiol*. 2013;115(11):1589-98.
33. Fu TC, Yang NI, Wang CH, Cherng WJ, Chou SL, Pan TL, et al. Aerobic interval training elicits different hemodynamic adaptations between heart failure patients with preserved and reduced ejection fraction. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016;95(1):15-27.
34. Birk GK, Dawson EA, Batterham AM, Atkinson G, Cable T, Thijssen DH, et al. Effects of exercise intensity on flow mediated dilation in healthy humans. *Int J Sports Med*. 2012;34(5):409-14.

Artigo Original

35. Umpierre D, Stein R, Vieira PJ, Ribeiro JP. Blunted vascular responses but preserved endothelial vasodilation after submaximal exercise in chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.*2009;16(1):53–9.
36. Guindani G, Umpierre D, Grigoletti SS, Vaz M, Stein R, Ribeiro JP. Blunted local but preserved remote vascular responses after resistance exercise in chronic heart failure. *Eur J Prev Cardiol.*2012;19(5):972–82.
37. Forjaz CL, Cardoso CG Jr, Rezk CC, Santaella DF, Tinucci T. Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44(1): 54-62.
38. Quinn TJ. Twenty-four hour, ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. *J Hum Hypertens.*2000;14(9):547-53.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons