

Exercício de força combinado à restrição de fluxo sanguíneo induz aumentos agudos na pressão arterial sistólica

Strength exercise combined to blood flow restriction induces acute increases in systolic blood pressure

ANDREATTA MV, ARPINI VM, BALDI MVC, CURTY VM, SANTOS MAA. Exercício de força combinado à restrição de fluxo sanguíneo induz aumentos agudos na pressão arterial sistólica. **R. bras. Ci. e Mov** 2018;26(4):35-44.

RESUMO: Recentemente cresceu o número de pesquisas sobre o exercício de força (EF) de baixa intensidade (20-50% de 1RM) combinado à restrição do fluxo sanguíneo (RFS), mostrando adaptações semelhantes ao EF de alta intensidade. Entretanto, muitas questões sobre essa metodologia necessitam ser investigadas. O objetivo desse estudo foi analisar a resposta aguda da pressão arterial em repouso e durante o EF combinado à RFS. Dezesesseis jovens (22±2 anos de idade), ativos e de ambos os sexos, realizaram o EF em duas diferentes condições, separadas por um intervalo de 48h: 1) Exercício isolado (EF) e 2) Exercício combinado à RFS (EF+RFS, 100 mmHg, porção proximal da coxa, mantida durante o exercício). Ambos realizaram 3 séries no exercício *leg press* com o membro dominante, à 30% de 1RM, 1 minuto de descanso, duração de 90 segundos cada série e cadência de 2 segundos, totalizando 22 repetições para a fase concêntrica e 23 para a fase excêntrica do movimento. Foram avaliadas a pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), duplo produto (DP) e lactato sanguíneo nos momentos: repouso e imediatamente após o exercício. Foi observado apenas aumento significativo da PAS e do DP em repouso e da PAS durante o EF+RFS. O lactato sanguíneo não se alterou em nenhuma condição avaliada. Concluindo que o exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo apresentou maiores respostas de pressão arterial sistólica em repouso e durante o exercício em sujeitos jovens ativos.

Palavras-chave: Exercício de força; Restrição de fluxo sanguíneo; Pressão arterial; Duplo produto; Lactato sanguíneo.

ABSTRACT: Recently, the number of researches about the strength exercise (SE) of low intensity (20-50% of 1RM) combined to the blood flow restriction (BFR) increased, showing similar adaptations to the high-intensity SE. However, many questions about this methodology need be investigated. The purpose of this study was to analyze the acute response of blood pressure at rest and during SE combined with BFR. Sixteen young subjects (22 ± 2 years old), actives and of both sexes, underwent SE in two different conditions, separated by an interval of 48h: 1) isolated strength exercise (SE) and 2) strength exercise combined to BFR (SE+BFR, 100 mmHg, proximal portion of the thigh, maintained throughout the exercise session). Both conditions performed 3 sets on the *leg press* exercise with the dominant leg, with 30% of 1RM, 1 minute of rest, each series with 90 seconds of the duration and movement cadence of the 2 seconds, totaling 22 repetitions in the concentric phase and 23 in the eccentric phase of movement. Systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), double product (DP) and blood lactate were evaluated on rest and immediately after exercise moments. It was observed only significant increase in SBP and DP at rest and SBP during SE+BFR condition. Blood lactate did not change in any condition evaluated. Concluding that strength exercise with blood flow restriction showed higher responses of systolic blood pressure at rest and during exercise in active young subjects.

Key Words: Strength exercise; Blood flow restriction; Blood pressure; Double product; Blood lactate.

Michely Vieira Andreatta¹
Vitor Marqueti Arpini¹
Marcos Vinicius C. Baldi¹
Victor Magalhães Curty²
Miguel Â. A. do Santos¹

¹Universidade Vila Velha

²Universidade Federal do Espírito Santo

Introdução

Na literatura já é bem estabelecido que o exercício de força (EF) de alta intensidade (ou seja, $\geq 70\%$ de 1RM) é eficaz para promover o aumento da força e hipertrofia muscular, conforme preconizou o Colégio Americano de Medicina do Esporte¹. No entanto, indivíduos que já sofreram algum tipo de dano muscular e articular, também populações especiais como idosos e pacientes cardíacos, muitas vezes são incapazes de realizar o EF com a faixa de intensidade comumente considerada como “ideal” para essas adaptações. Dessa forma, nos últimos anos tem crescido o número de pesquisas avaliando o EF de baixa intensidade (ou seja, em torno de 20% a 50% de 1RM) combinado à restrição do fluxo sanguíneo (RFS), com o objetivo de ocasionar estresse metabólico semelhante ao EF de alta intensidade^{2,3}.

Recentemente, foi mostrado que a realização do EF combinado à RFS (EF+RFS), além de potencializar os ganhos de massa muscular ao treinamento crônico, é uma alternativa de prevenir a perda de massa muscular por desuso⁴⁻⁷. Essas adaptações podem ser decorrentes de algumas das respostas ao EF+RFS apresentadas na literatura, como: maior recrutamento de fibras de contração rápida³, maior área em corte transversal^{2,8,9}, aumento da capacidade de força no teste de 1RM^{10,11}, maior torque isocinético¹², menor expressão da proteína inibidora da via hipertrófica, a miostatina², maior expressão de proteínas que participam do eixo mTOR, favorecendo a hipertrofia muscular, como a P70S6K^{12,13} e IGF-1⁸. Interessante também são os estudos que avaliaram alterações musculoesqueléticas com a RFS em combinação ao treinamento físico de baixa intensidade realizado na esteira¹⁴ e na bicicleta estacionária¹⁵.

Em uma outra vertente, estão sendo estudados os efeitos agudos do exercício de força com a técnica de restrição do fluxo sanguíneo sobre o sistema cardiovascular, mostrando resultados semelhantes no aumento das respostas hemodinâmicas cardíacas quando comparado ao EF de alta intensidade^{6,13,16-18}. As respostas cardiovasculares durante o EF apresenta relação direta com a carga¹⁹, e a magnitude das respostas cardiovasculares podem variar em função das diferentes variáveis associadas ao próprio treinamento, tais como: intensidade, volume e massa muscular ativa²⁰. Takano *et al.*²¹ analisaram a resposta da pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS) e resistência vascular periférica (RVP) durante o EF de extensão de joelho bilateral à 20% de 1RM com a RFS, e observaram maiores valores tanto na PA quanto na FC, e menor VS no EF combinado à RFS, sem alterações na RVP. Já Poton e Polito²² compararam o comportamento cardiovascular de jovens saudáveis durante a realização do EF combinado à RFS, com baixa intensidade de exercício (20% 1RM), comparado ao EF de alta intensidade (80% de 1RM). Em seus resultados, quando comparados ao exercício de baixa intensidade com e sem restrição de fluxo sanguíneo, foi observado menores valores PAS, pressão arterial diastólica (PAD) e RVP, para a condição de EF combinado à RFS em comparação ao EF de alta intensidade.

Muitas questões sobre essa metodologia de treinamento devem ser investigadas, ainda sendo discutível os efeitos agudos que essa combinação pode ocasionar sobre nossos sistemas para futuras aplicações, devido resultados de estudos apontarem diferentes respostas para as variáveis cardiovasculares durante a aplicação da RFS ao EF. Nossa hipótese afirma que as alterações causadas pelo EF combinado a RFS aplicado com baixa intensidade está dentro dos limites fisiológicos do sistema cardiovascular.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a resposta aguda da pressão arterial em repouso e durante o exercício de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo. Além disso, analisar a resposta da frequência cardíaca, duplo produto e lactato sanguíneo nas sessões experimentais.

Materiais e métodos

Amostra

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental cruzado. Os dados foram coletados de uma

amostra de dezesseis voluntários, com idade média de 22 ± 2 anos de idade, ativos e de ambos os sexos. Para a entrada no estudo os voluntários deveriam praticar exercício de força a mais de 3 meses regularmente, foram submetidos a uma entrevista e uma avaliação clínica visando determinar condições físicas adequadas para realização dos testes e aderência ao protocolo experimental. Foram considerados critérios de exclusão: uso de medicamentos que poderiam interferir nas respostas cardiovasculares, índice de massa corporal superior a 30 kg.m^{-2} , problemas osteomioarticulares que pudessem interferir na realização do exercício, fumo e pressão arterial sistólica (PAS) e ou pressão arterial diastólica (PAD) $\geq 140/90 \text{ mmHg}$, respectivamente. Os indivíduos foram orientados a não consumir bebidas alcoólicas e ou contendo cafeína, e a não realizar atividade física 24 horas que antecediam a coleta de dados. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para participação em pesquisa, contendo: objetivo do estudo, procedimentos de avaliações e caráter de voluntariedade da participação do sujeito. Os procedimentos experimentais foram executados dentro das normas éticas previstas na Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, conforme as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, tendo aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, Brasil (Parecer nº: 1.378.165; CAAE: 50914115.7.0000.5060).

Medida da massa corporal total e estatura

Foram avaliadas as variáveis antropométricas, massa corporal total (MC) e estatura pelo pesquisador responsável. A estatura e a MC foram mensuradas por meio de uma balança da marca Plenna® (Brasil) e estadiômetro Sanny® (Brasil). Estes dados foram utilizados para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Todos os procedimentos antropométricos seguiram as diretrizes propostas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*²³.

Protocolo de restrição do fluxo sanguíneo

A determinação da pressão máxima (mmHg) de RFS foi feita conforme Laurentino *et al.*², Laurentino *et al.*²⁴, bem como anteriormente realizado por nosso grupo²⁵, utilizando um esfigmomanômetro de pressão sanguínea (18 cm de largura x 80 cm de comprimento) e um aparelho *doppler vascular* (DV-600, Marted, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil). Os sujeitos permaneceram deitados em decúbito dorsal e o esfigmomanômetro foi colocado na região inguinal da coxa e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria tibial fosse interrompido. Foi adotado um valor absoluto de 100 mmHg para a realização do exercício proposto, conforme citados em alguns estudos²⁶⁻²⁸. Esse valor absoluto de 100 mmHg foi aproximadamente à 80% da pressão máxima de RFS, e foi aplicada imediatamente antes do início da sessão de exercícios e mantida continuamente até o término do exercício, sendo liberada posteriormente. A aplicação contínua da RFS justifica-se com base nos resultados de Brandner *et al.*²⁹, no qual mostrou-se mais eficaz para o aumento da força e massa muscular e menor estresse cardiovascular em comparação à aplicação intermitente desse método.

Sessão de familiarização

Os participantes da amostra foram submetidos a três sessões de familiarização ao exercício e ao teste de força dinâmica máxima (teste de 1RM), conforme já realizado por nosso grupo²⁵. Na primeira sessão, os sujeitos foram familiarizados ao exercício, realizando uma série sem e uma série com a RFS. Na segunda sessão foi realizado o teste de 1RM para determinação da carga de treinamento e uma terceira sessão (72 horas após a segunda sessão) foi realizada para testar a reprodutibilidade do teste de 1RM.

Teste de força muscular dinâmica

A força máxima dinâmica dos membros inferiores foi avaliada conforme Brown e Weir³⁰, por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de extensão do joelho/quadril no aparelho *leg press* 45° (Sickert, Brasil). Todos os participantes realizaram um aquecimento prévio com corrida na esteira ergométrica com velocidade de nove Km/h durante 5 minutos. Em seguida foi realizada uma série de alongamento de membros inferiores e um aquecimento específico no próprio equipamento dos testes. O aquecimento específico constou de duas séries, na primeira sendo realizado um total de 5 repetições com uma carga de 50% estimada para 1RM e na segunda realizando um total de 3 repetições com 70% da carga estimada para 1RM. Entre as séries de aquecimento foi respeitado um intervalo de dois minutos. Entre o final do aquecimento específico e o início do teste foi realizado um período de descanso de três minutos. O teste foi realizado unilateralmente, avaliando somente o membro dominante. Para a realização do teste, o peso foi progressivamente adicionado até que a carga máxima para a realização de 1RM fosse atingida, não realizando mais do que 5 tentativas com intervalos de três minutos entre as tentativas. Durante todo teste foi dado ao avaliado encorajamento verbal, realizando o movimento iniciando com os joelhos estendidos, flexionando até 90° e estendendo novamente até o final do movimento. Esse procedimento foi repetido após um intervalo de 72 horas entre as sessões testes (re-teste), porém com o participante iniciando o teste de 1RM com a carga máxima encontrada em seu 1RM no segundo dia.

Sessão experimental

Os voluntários realizaram duas sessões de exercício de força, com intervalo de 48 horas entre as sessões, no aparelho *leg press* 45°. Em ambas as sessões os voluntários realizaram 3 séries, com carga de 30% de 1RM. Não foram contabilizados um número específico de repetições, em vez disso todos realizaram cada série com duração total de 90 segundos mantendo cadência de 2 segundos para cada fase do movimento (concêntrica/excêntrica), perfazendo um total de 22 repetições concêntricas e 23 excêntricas para cada série. Randomicamente os voluntários realizaram o exercício em duas condições diferentes: 1) Exercício de força isolado (EF); e 2) Exercício de força combinado à restrição do fluxo sanguíneo (EF+RFS). As diferentes condições foram randomizadas para que a resposta de uma sessão não exercesse influência sobre a outra, de maneira que na primeira sessão do exercício foi composta por 50% da amostra realizando o exercício conforme à condição EF e os outros 50% da amostra realizando o exercício conforme à condição EF+RFS, invertendo essa ordem ao realizar a segunda sessão do exercício proposto.

Mensurações cardiovasculares

A FC foi monitorada utilizando um monitor cardíaco (Polar, modelo RS800), e para a análise da PAS e da PAD foi utilizado um medidor de pressão automático (Modelo HEM-705CP; OMROM), semelhante a estudos recentes^{25,27,31-33}. Cada voluntário permaneceu sentado por cinco minutos em repouso no aparelho *leg-press* 45°, com o braço direito apoiado sobre um banco na altura do tórax em um ambiente climatizado e silencioso. O braço direito foi envolto com o manguito cerca de dois cm acima do espaço antecubital. O duplo produto (DP) foi mensurado através do cálculo: $DP = FC \times PAS$. As mensurações das variáveis cardiovasculares foram realizadas em repouso e imediatamente pós exercício em cada sessão experimental. Todas as mensurações foram realizadas de acordo como descrito pelo *American Heart Association Guidelines*³⁴.

Mensurações do lactato sanguíneo

Foram coletados 25 µl de lactato sanguíneo da polpa digital do dedo após dez minutos de recuperação, utilizando um lancetador com lancetas descartáveis da marca Accu-Chek Safe-T-Pro Uno, com 1,5 mm de profundidade

e 0,36 mm de diâmetro. Todos os cuidados com a assepsia foram tomados antes e depois da coleta do mesmo. As concentrações de lactato foram analisadas por meio de um lactímetro modelo *Accutrend® Plus* (Roche, Alemanha).

Análise de dados

Todos os dados estão apresentados como média $\pm$ desvio padrão da média (DPM). As diferentes condições foram comparadas utilizando ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas. Caso observasse diferença significativa, o teste post hoc de Tukey foi realizado posteriormente. Foram considerados como diferença significativa os valores $p \leq 0,05$. Todos os dados foram analisados utilizando o programa GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA).

Resultados

Na tabela 1 estão representados as características físicas dos participantes, no qual pode-se observar que a população utilizada no presente estudo possuía características bem homogêneas.

Tabela 1. Características físicas dos voluntários (n=16, 8 homens e 8 mulheres.).

Características físicas	Média $\pm$ DPM
Idade (anos)	22 $\pm$ 2
Massa Corporal (kg)	70 $\pm$ 15
Estatuta (cm)	170 $\pm$ 1
IMC (kg/m ²)	24 $\pm$ 3

Dados expressos como média $\pm$ DPM. IMC = índice de massa corporal

Na tabela 2 está mostrado os resultados referentes à resposta da PA no repouso, tanto sem quanto com a aplicação da RFS. Pode-se observar que a PAS mostrou valores em torno de 12,3% maiores em na condição EF+RFS em repouso quando comparado à condição EF.

Tabela 2. Resposta da pressão arterial durante o repouso.

Variáveis	EF	EF+RFS	Δ
PAS (mmHg)	109 $\pm$ 10	* 124 $\pm$ 9	12 %
PAD (mmHg)	71 $\pm$ 10	72 $\pm$ 9	9 %

Dados expressos como média $\pm$ DPM e em variação do % (Δ). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; EF: exercício de força; EF+RFS: exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo. * $p < 0,05$ vs. EF.

A tabela 3 está apresentando a resposta da PA durante as sessões do EF nas duas condições avaliadas (EF e EF+RFS). Observa-se que a PAS foi 7,7% maior em EF+RFS quando comparado à condição EF.

Tabela 3. Resposta da pressão arterial durante as sessões de força.

Variáveis	EF	EF+RFS	Δ
PAS (mmHg)	144,7 $\pm$ 9,1	* 156,7 $\pm$ 14,0	7,7 %
PAD (mmHg)	83,3 $\pm$ 8,1	85,3 $\pm$ 9,9	2,3 %

Dados expressos como média $\pm$ DPM e em variação do % (Δ). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; EF: exercício de força; EF+RFS: exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo. * $p < 0,05$ vs. EF.

A resposta da FC durante o repouso e as sessões de exercício de força está apresentada na tabela 4. Não foram observadas diferenças significativas entre as condições experimentais.

Tabela 4. Resposta da frequência cardíaca durante as sessões experimentais.

Variáveis	EF	EF+RFS	Δ
FCR (bpm)	83 $\pm$ 12	82 $\pm$ 12	- 1 %
FCE (bpm)	124 $\pm$ 16	128 $\pm$ 18	3 %

Dados expressos como média $\pm$ DPM e em variação do % (Δ). FCR: frequência cardíaca em repouso; FCE: frequência cardíaca no exercício; EF: exercício de força; EF+RFS: exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo.

A tabela 5 está demonstrando a resposta do DP durante o repouso e as sessões de EF. Foi observado um aumento significativo de 11,8% do DP em repouso na condição EF+RFS quando comparado ao EF.

Tabela 5. Resposta do duplo produto durante as sessões experimentais.

Variáveis	EF	EF+RFS	Δ
DPR	9076 $\pm$ 1470	* 10294 $\pm$ 1752	12 %
DPE	18056 $\pm$ 3050	20108 $\pm$ 3002	10 %

Dados expressos como média $\pm$ DPM e em variação do % (Δ). DPR: duplo produto repouso; DPE: duplo produto exercício; EF: exercício de força; EF+RFS: exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo. * $p < 0,05$ vs. EF.

Na tabela 6 está sendo apresentada a resposta do lactato sanguíneo durante as sessões de EF. Não foi observada diferença significativa entre as sessões experimentais no momento pós-exercício.

Tabela 6. Resposta do lactato sanguíneo durante as sessões de exercício de força.

Variáveis	EF	EF+RFS	Δ
LACTATO (mmol/L)	7,65 $\pm$ 3	7,36 $\pm$ 3	- 4 %

Dados expressos como média $\pm$ DPM e em variação do % (Δ). EF: exercício de força; EF+RFS: exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo.

Discussão

O presente estudo comparou as respostas da PAS, PAD, FC, DP, e lactato sanguíneo durante as sessões de EF, combinado ou não à RFS. Em nossos resultados foram observadas diferenças significativas apenas na PAS e do DP em repouso, e na PAS logo após o término da sessão de exercício na condição de EF combinado à RFS (EF+RFS). Não foram observadas diferenças significativas nas outras variáveis investigadas (PAD, FC, DP pós exercício e do lactato sanguíneo). Os resultados obtidos nesse estudo revelaram que somente a aplicação do manguito durante o repouso, e após o exercício ocasiona um aumento da PAS e DP em comparação ao grupo EF, ainda assim esse aumento se manteve dentro dos limites fisiológicos do sistema cardiovascular para indivíduos saudáveis, como mostrado por Jesse *et al.*³⁵ quando comparado a RFS com estudos prévios onde realizaram treinamento tradicional de alta intensidade, a magnitude da resposta cardiovascular entre os métodos é semelhante e faz não parecer apresentar uma preocupação adicional para essa população. No entanto, no presente estudo foi utilizado como ferramenta de medida da pressão arterial o método automático (Modelo HEM-705CP; OMROM), que apesar de haver estudos que o utilizaram com os mesmos fins^{25,36}, há de se considerar este ponto como uma limitação do estudo.

O aumento significativo da PAS em repouso encontrado em nosso estudo, em torno de 12,3%, pode ter sido causado pelo aumento da RVP causada pela aplicação da RFS, de maneira que a RFS por si proporcionasse ao sistema cardiovascular maior necessidade de trabalho. Lida *et al.*²¹ analisaram o efeito da RFS de forma isolada sem a presença do exercício sobre as variáveis hemodinâmicas cardiovasculares e hormonais. Os autores identificaram que a aplicação da RFS por si só foi capaz de promover elevações nos níveis pressóricos e menor retorno venoso, compensada pelo

aumento da FC e da RVP total. Já durante o exercício, observamos aumento da PAS em torno de 7,7% quando o EF foi combinado à RFS, resultado este semelhante à estudos anteriores. Vieira *et al.*³⁷ encontraram resultados semelhantes apontando maiores valores de PAS, PAD e FC durante o exercício de rosca bíceps combinado à RFS em comparação ao EF isolado. Do mesmo modo, Takano *et al.*²¹ também observaram maiores valores de PA e FC durante o EF de baixa intensidade combinado à RFS. Entretanto, Poton e Polito²², observou um resultados diferentes ao compararem as respostas cardiovasculares durante o esforço no exercício de rosca bíceps com e sem RFS, observaram que o EF+RFS não apresentou diferenças significativas sobre a FC até a segunda série executada. Os autores apontam que a possível explicação para a resposta da PA durante o EF+RFS pode ser ocasionada à compressão externa promovida pelo manguito que se manteve inflada por toda a sessão, uma vez que essa compressão externa somada a própria compressão da musculatura sobre os vasos tendem a intensificar as respostas pressóricas^{17,38,39}. Em nossos resultados a FC não apresentou alterações significativas quando comparadas o EF de baixa intensidade, tanto na condição sem (EF) quanto na condição combinada à RFS (EF+RFS).

Em relação ao DP, em nossos resultados observamos alterações significativas somente em repouso, imediatamente após a aplicação da RFS. A RFS por si ocasionou aumento em torno de 11,8%, devido ao aumento da PAS e da RVP em repouso. Segundo o posicionamento do ACSM⁴⁰, sobre exercícios e respostas cardiovasculares, o DP constitui um dos principais indicadores de estresse cardíaco no EF. No presente estudo, em ambas as condições de exercício os valores médios obtidos para o DP apresentaram-se abaixo dos níveis sugeridos para possíveis ocorrências de angina no peito (angina *pectoris*), identificando como baixo risco para o miocárdio no EF combinado à RFS²².

Recentemente, Neto *et al.*³³ e Maior *et al.*⁴¹ avaliaram as respostas da PAS e PAD ao EF combinado à RFS em exercícios que envolvessem pequenos grupamentos musculares. Ambos os estudos observaram que o EF de baixa intensidade avaliado, quando combinado à RFS, apresenta resposta similar ao EF de alta intensidade (80% de 1RM) quanto ao aumento das variáveis hemodinâmicas cardíacas. Em adição, ambos mostraram maiores efeitos hipotensivos pós-exercício, até o período de 60 minutos após o término da sessão de exercício, e as condições de exercício combinado à RFS apresentaram efeito hipotensivo pós-exercício significativamente superior quando comparado ao EF de alta intensidade. Dessa forma, segundo os resultados de Neto *et al.*³³ e Maior *et al.*⁴¹, o maior estresse cardiovascular ocasionado pelo exercício quando associado à RFS pode proporcionar benefícios quanto às reduções dos níveis pressóricos pós-exercício. Infelizmente, o presente estudo se limitou apenas a avaliar as respostas pré/pós exercício, não analisando como essas respostas agudas poderiam interferir no sistema cardiovascular em momentos subsequentes, como nos estudos de Neto *et al.*³³ e Maior *et al.*⁴¹.

Sobre a resposta do lactato sanguíneo nas sessões experimentais, não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos momentos e condições avaliadas. Isso aponta que o estresse muscular foi o mesmo entre as duas sessões experimentais, apresentando resultados diferentes dos quais observamos na literatura⁴²⁻⁴⁴. Esses estudos mostraram que o a realização do EF combinado à RFS promove maiores aumentos do lactato sanguíneo imediatamente pós exercício, realizando tanto exercícios membros inferiores⁴² quanto em membros superiores⁴⁵ ou mesmo em ambos⁴³. Sendo assim, uma das hipóteses é que o protocolo aplicado em nosso estudo não foi capaz de provocar a fadiga muscular, uma vez que todos os sujeitos realizaram todas as repetições sem comprometimento de amplitude e ou falha de movimento. Outra explicação pode ser pelo equipamento utilizado (lactímetro portátil, modelo *Accutrend® Plus, Roche, Alemanha*), que pode apresentar variabilidade muito grande à análise realizada. O que limita nosso estudo na discussão sobre essa variável.

Conclusões

O exercício de força de baixa intensidade combinado à restrição de fluxo sanguíneo apresenta maiores

respostas cardiovasculares, como aumento da pressão arterial sistólica em repouso e da pressão arterial sistólica durante o exercício em indivíduos jovens ativos. Nesse sentido, a aplicação desse método requer cautela quanto suas respostas agudas cardíacas, principalmente quando for aplicado a indivíduos que por alguma limitação foram contraindicados a realizar o exercício de força de alta intensidade e busquem essa ferramenta como forma de intervenção à prática do exercício de força. Por isso deve ser encorajado mais estudos investigando os efeitos cardiovasculares agudos e seus benefícios à longo prazo, principalmente quando aplicado a grupos especiais.

Referências

1. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(3): 687-708.
2. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves M, *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc.* 2012; 44(3): 406-12.
3. Takada S, Okita K, Suga T, Omokawa M, Morita N, Horiuchi M, *et al.* Blood flow restriction exercise in sprinters and endurance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2012; 44(3): 413-9.
4. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J KAATSU Train Res.* 2005; 1: 1-5.
5. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(12): 2035-9.
6. Kim D, Singh H, Loenneke JP, Thiebaud RS, Fahs CA, Rossow LM, *et al.* Comparative Effects of Vigorous- and Low-Intensity Blood Flow Restricted Cycle Training and De-training on Muscle Mass, Strength, and Aerobic Capacity. *J Strength Cond Res.* 2015; 1.
7. Hylden C, Burns T, Stinner D, Owens J. Blood flow restriction rehabilitation for extremity weakness : a case series. *J Spec Oper Med.* 2015; 15(1): 50-6.
8. Kawada S, Ishii N. Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: 1144-50.
9. Vechin F, Libardi C, Conceição M, Damas F, Lixandrão ME, Berton R, *et al.* Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(4): 718-28.
10. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bembem MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 108: 147-55.
11. Laurentino GC, Loenneke JP, Teixeira EL, Nakajima E, Iared W, Tricoli V. The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. *Med Sci Sports Exerc.* 2016; 48(5): 920-5.
12. Sudo M, Ando S, Poole DC, Kano Y. Blood flow restriction prevents muscle damage but not protein synthesis signaling following eccentric contractions. *Physiol Rep.* 2015; 3: e12449.
13. Wernbom M, Apro W, Paulsen G, Nilsen TS, Blomstrand E, Raastad T. Acute low-load resistance exercise with and without blood flow restriction increased protein signalling and number of satellite cells in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol.* 2013; 113(12): 2953-65.
14. Abe T, Kearns C, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol.* 2006; 100: 1460-6.
15. Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, *et al.* Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *J Sport Sci Med.* 2010; 9: 452-8.
16. Nielsen JL, Aagaard P, Bech RD, Nygaard T, Hvid LG, Wernbom M, *et al.* Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *J Physiol.* 2012; 590(Pt 17): 4351-61.
17. Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Bembem MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2012; 32(4): 247-52.
18. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Laurentino G, Libardi CA, Aihara AY, Cardoso FN, *et al.* Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol.* 2015; 115(12): 2471-80.
19. Wilborn C, Greenwood M, Wyatt F, Bowden R, Grose D. The effects of exercise intensity and body position on

cardiovascular variables during resistance exercise. JEPonline J Exerc Physiol. 2004; 7(4): 29-36.

20. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. J Am Heart Assoc. 2013; 2(1).

21. Takano H, Morita T, Iida H, Asada KI, Kato M, Uno K, *et al.* Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. Eur J Appl Physiol. 2005; 95(1): 65-73.

22. Poton R, Polito M. Hemodynamics responses during lower-limb resistance exercise with blood flow restriction in healthy subjects. J Sports Med Phys Fitness. 2014; 1-6.

23. International standards for anthropometric assessment. ISAK. Low Hutt, New Zeal Int Soc Adv Kinanthropometry. 2011; 125.

24. Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara AY, Fernandes AR, Parcell AC, Ricard M, *et al.* Effects of strength training and vascular occlusion. Int J Sports Med. 2008; 29(8): 664-7.

25. Curty VM, Melo AB, Caldas LC, Guimarães-Ferreira L, Sousa NF, Vassallo PF, *et al.* Blood flow restriction attenuates eccentric exercise-induced muscle damage without perceptual and cardiovascular overload. Clin Physiol Funct Imaging. 2017;

26. Ozaki H, Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki-Sunaga M, Naito H, Abe T. Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: Role of blood pressure during training sessions. Eur J Appl Physiol. 2013; 113(1): 167-74.

27. Figueroa A, Vicil F. Post-exercise aortic hemodynamic responses to low-intensity resistance exercise with and without vascular occlusion. Scand J Med Sci Sport. 2011; 21(3): 431-6.

28. Farup J, Paoli F, Bjerg K, Riis S, Ringgard S, Vissing K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. Scand J Med Sci Sports. 2015; 25(6): 754-63.

29. Brandner CR, Kidgell DJ, Warmington SA. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. Scand J Med Sci Sport. 2014; (14 cm): 1-8.

30. Brown LEEE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. J Exerc Physiol. 2001; 4(3): 1-21.

31. Neto GR, Sousa MSC, Costa e Silva GV, Gil ALS, Salles BF, Novaes JS. Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. Clin Physiol Funct Imaging. 2016; 36(1): 53-9.

32. Araújo JP, Silva ED, Silva JCG, Souza TSP, Lima EO, Guerra I, *et al.* The Acute Effect of Resistance Exercise with Blood Flow Restriction with Hemodynamic Variables on Hypertensive Subjects. J Hum Kinet. 2014; 43: 79-85.

33. Neto GR, Sousa MSC, Costa PB, Salles BF, Novaes GS, Novaes JS. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. J strength Cond Res. 2015; 29(4): 1064-70.

34. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, *et al.* American Heart Association Council on High Blood Pressure Research Professionals From the Subcommittee of Professional and Public Education of the Animals: Part 2: Blood Pressure Measurement in Experimental Animals: A Statement for Recommendations for Blo. Circulation. 2005; 111: 697-716.

35. Jessee MB, Dankel SJ, Buckner SL, Mouser GG, Mattocks KT, Loenneke JP. The Cardiovascular and Perceptual Response to Very Low Load Blood Flow Restricted Exercise. Int J Sports Med. 2017;

36. Moriggi Jr R1, Di Mauro HS2, Dias SC3, Matos JM4, Urtado MB5, Camarço NF6, *et al.* Similar hypotensive responses to resistance exercise with and without blood flow restriction. Biol Sport. 2015; 32: 289-94.

37. Vieira PJC, Chiappa GR, Umpierre D, Stein R, Ribeiro JP. Hemodynamic Responses To Resistance Exercise With Restricted Blood Flow in Young and Older Men. 2013; 2288-94.

38. Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bemben MG. Blood flow restriction pressure recommendations: The hormesis hypothesis. Med Hypotheses. 2014; 82(5): 623-6.

39. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. Int J Sports Med. 2010; 3: 1-4.

40. ACSM. Exercise and hypertension. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36(3): 533-53.

41. Maior A, Simão R, Martins M, Salles Bf, Willardson J. Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the post-exercise hypotensive response. J Strength Cond Res. 2015; 29(10): 2894-2899.

42. Loenneke JP, Kim D, Fahs CA, Thiebaud RS, Abe T, Larson RD, *et al.* The influence of exercise load with and without different levels of blood flow restriction on acute changes in muscle thickness and lactate. Clin Physiol Funct

Imaging. 2016; 1-7.

43. Kon M, Ikeda T, Homma T, Akimoto T, Suzuki Y, Kawahara T. Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(7): 1279-85.

44. Loenneke JP, Thrower AD, Balapur A, Barnes JT, Pujol TJ. Blood flow-restricted walking does not result in an accumulation of metabolites. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2012; 32(1): 80-2.

45. 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 Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 2097-106.