

**COMPORTAMENTO HEMODINÂMICO DURANTE SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA
 COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO**

Thiago Mattos Frota de Souza¹, Bruna de Fátima Moraes², Leandro Xavier de Carvalho²
 Renata Juliana Mota², Reinaldo Pinto de Almeida Junior², Luis Felipe Milano Teixeira¹
 Otavio Augusto Soares Machado²

RESUMO

Introdução: O treinamento de força de baixa intensidade associado à restrição do fluxo sanguíneo (TFRFS) pode ser uma alternativa eficaz para indivíduos que busquem adaptações neuromusculares similares ao treinamento de força de alta intensidade (TF). **Objetivo:** Comparar as respostas hemodinâmicas entre o treinamento de força convencional e o treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo. **Materiais e Métodos:** Seis indivíduos (26,0 ± 3,7 anos, 70,3 ± 15,0 kg, 1,71 ± 0,10 m) foram submetidos à duas sessões de treinamento de força com pelo menos 48 horas de intervalo entre elas: TF=3 séries de 10 repetições a 80% de 1-RM predito com intervalo de 1 minuto e 30 segundos entre séries; TFRFS = 1 série de 30 repetições mais 3 séries de 15 repetições a 30% de 1-RM predito associado a 80% da pressão arterial sistólica do membro exercitado com intervalo de 30 segundos entre séries. Em ambas as sessões, foram monitoradas a frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto. Para a análise dos dados, utilizou-se ANOVA two way de medidas repetidas com post hoc de Sidak com um nível de significância de 5%. **Resultados:** Houve efeito de tempo para a frequência cardíaca (p<0,001), pressão arterial sistólica (p<0,001), média (p<0,05) e duplo produto (p<0,001), sem diferença entre grupos TF e TFRFS. **Conclusão:** Concluímos que ambas as sessões de treinamento de força (TF e TFRFS) apresentaram comportamento similar em relação às repostas hemodinâmicas.

Palavras-chave: Treinamento de Força. Resistência Vascular. Pressão Arterial. Frequência Cardíaca.

1 - Universidade de Sorocaba, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

2 - Programa de Pós-graduação em Musculação e Personal Trainer da Faculdade de Educação Física da ACM de Sorocaba, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

ABSTRACT

Hemodynamic behavior during resistance training with blood flow restriction session

Introduction: Low intensity strength training associated with blood flow restriction (STBFR) may be an effective alternative for individuals seeking neuromuscular adaptations similar to high intensity strength training (ST). **Purpose:** To compare hemodynamic responses between conventional strength training and strength training with blood flow restriction. **Methods:** Six individuals (26.0 ± 3.7 years, 70.3 ± 15.0 kg, 1.71 ± 0.10 m) underwent two strength training sessions at least 48 hours apart: ST = 3 sets of 10 repetitions at 80% of 1-RM predicted with 1 minute and 30 seconds of rest among sets; STBFR = 1 set of 30 repetitions plus 3 sets of 15 repetitions at 30% of 1-RM predicted associated with 80% of the systolic blood pressure of the exercised limb with 30 seconds of rest among sets. In both sessions, heart rate, blood pressure and double product were monitored. For data analysis, two-way ANOVA was used for repeated measures with Sidak post hoc with a significance level of 5%. **Results:** There was time effect for heart rate (p<0.001), systolic blood pressure (p<0.001), mean blood pressure (p<0.05) and double product (p<0.001), without difference between groups ST and STBFR. **Conclusion:** We concluded that both strength training sessions (ST and STBFR) presented similar behavior in relation to hemodynamic responses.

Key words: Resistance Training. Vascular Resistance. Arterial Pressure. Heart Rate.

Autor para correspondência:

Thiago Mattos Frota de Souza.

thmfsouza@gmail.com ou

thiago.souza@prof.uniso.br

Universidade de Sorocaba.

Rodovia Raposo Tavares, Km 92,5.

Vila Artura, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

CEP: 18023-000.

(15)3346-0432.

INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF), também conhecido como treinamento resistido, tem sido amplamente utilizado como estratégia de melhora do condicionamento físico, sendo utilizado não somente por diversos tipos de populações, como também para diversos objetivos, como aumento da força, resistência e hipertrofia musculares ou até mesmo o emagrecimento (Souza e colaboradores, 2008; Cesar e colaboradores, 2009; Zabaglia e colaboradores, 2009; Arruda e colaboradores, 2010; Fazolin, Souza, Ceschini, 2016).

Não há dúvidas que dentre os diversos objetivos citados acima, a hipertrofia muscular ainda é o objetivo principal de praticantes do TF.

Neste sentido, muito tem sido discutido sobre qual seria a melhor estratégia para a otimização dos ganhos hipertróficos com o TF (Pizza, Baylies, Mitchell, 2001; Burd e colaboradores, 2010; Jenkins e colaboradores, 2016; Morton e colaboradores, 2016).

Assim, o TF de baixa intensidade associado à restrição do fluxo sanguíneo (TFRFS), inicialmente conhecido como kaatsu training, surge como uma alternativa de otimizar as adaptações hipertróficas decorrentes do TF (Sato, 2005; Loenneke e colaboradores, 2012).

Esta otimização, mesmo em intensidades de treinamento muito baixas, aconteceria em virtude da restrição do fluxo sanguíneo promovida pela utilização do manguito, resultando em uma hipóxia tecidual, aumentando o estresse metabólico e o recrutamento de fibras de contração rápida, além da estimulação da produção e secreção hormonal e de espécies reativas de oxigênio (Loenneke, Wilson, Wilson, 2010; Pearson, Hussain, 2015).

Entretanto, embora alguns estudos afirmem que o TFRFS seja uma prática segura de treinamento (Nakajima e colaboradores, 2006; Nakajima e colaboradores, 2007; Libardi e colaboradores, 2017; Yasuda e colaboradores, 2017; Conceição, Ugrinowitsch, 2019), há indícios de que a aplicação da pressão externa imposta pela utilização do manguito poderia resultar em um aumento na resistência periférica, levando a uma diminuição do retorno venoso e, conseqüentemente, menor volume sistólico (Iida e colaboradores, 2007), podendo promover uma sobrecarga cardiovascular.

Sendo assim, em virtude da necessidade de maiores esclarecimentos sobre o comportamento cardiovascular frente à aplicação do TFRFS, principalmente em situações mais próximas de uma sessão de treinamento real, ou seja, com maior número de exercícios, o objetivo do presente estudo foi comparar as respostas hemodinâmicas do TF convencional com o TFRFS.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consistiu em um desenho cross-over onde todos os voluntários foram submetidos à uma sessão de treinamento de força convencional (TF) e uma sessão de treinamento de força de baixa intensidade associado à restrição do fluxo sanguíneo (TFRFS), ambas compostas pelos seguintes exercícios: agachamento na barra guiada, stiff com barra, supino reto com barra, remada curvada com barra e elevação lateral com halteres.

Durante toda a sessão de treinamento, ao final de cada exercício, foram verificadas a frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto.

Previamente à sessão de treinamento os voluntários foram submetidos à avaliação corporal e familiarização ao TFRFS.

Amostra

Participaram do presente estudo seis indivíduos do sexo masculino e feminino (idade de $26,0 \pm 3,7$ anos, massa corporal de $70,3 \pm 15,0$ kg, estatura de $1,7 \pm 0,1$ m) com mais de um ano de experiência no treinamento resistido.

Todos os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com os princípios éticos estabelecidos na Declaração de Helsinki de 1995 para estudos realizados com seres humanos.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Sorocaba, sob parecer 3.773.885, sendo que todos os participantes foram esclarecidos sobre a pesquisa e o seu grau de envolvimento e, ao aceitarem participar deste estudo, foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Protocolo Experimental

Inicialmente os voluntários foram submetidos à avaliação corporal, que consistiu

na verificação da massa corporal e estatura em balança digital (InBody 270®), com precisão de 0,1 kg e 0,1 m. Logo após a realização da avaliação corporal, os voluntários foram submetidos à familiarização ao TFRFS. Após 24-48h, os voluntários foram submetidos ao teste de 10-RM, segundo recomendações de Brown e Weir (2001), nos cinco exercícios que seriam utilizados

posteriormente nas sessões de treinamento: agachamento na barra guiada, stiff com barra, supino reto com barra, remada curvada com barra e elevação lateral com halteres. Após 48-72h, os voluntários foram randomizados em uma das condições (TF ou TFRFS), invertendo as condições após 48-72h, conforme figura 1 a seguir.

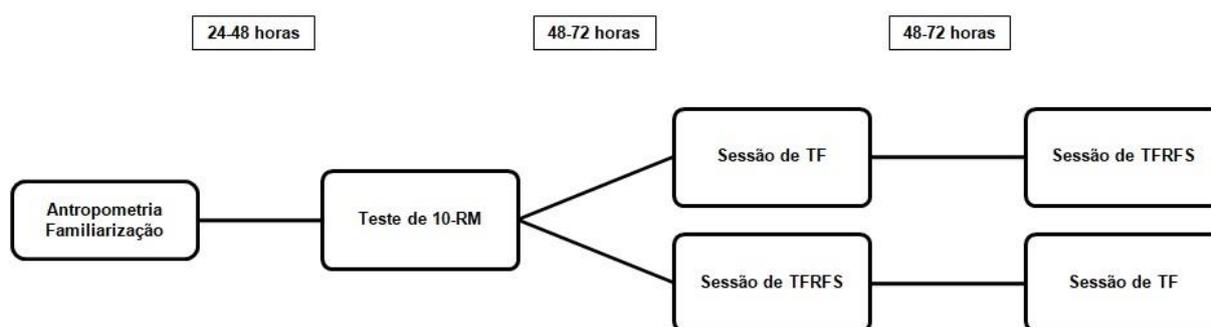


Figura 1 - Desenho Experimental.

A carga utilizada nas sessões de treinamento (TF e TFRFS) para os respectivos exercícios foi calculada a partir da equação (Tritschler, 2003):

$$\text{Carga} = \frac{\text{Carga Levantada}}{100\% - (2\% \times \text{repetições})}$$

A sessão de TF convencional consistiu na realização de três séries de 10 repetições a 80% da carga máxima predita nos cinco exercícios utilizados no teste de 10-RM (agachamento na barra guiada, stiff com barra, supino reto com barra, remada curvada com barra e elevação lateral com halteres), com 1 minuto e 30 segundos de descanso entre séries e uma cadência de 2 segundos para fase concêntrica e 2 segundos para fase excêntrica, controlados por metrônomo digital.

Já a sessão de TFRFS consistiu na realização de uma série de 30 repetições mais três séries de 15 repetições a 30% da carga máxima predita associado a 80% da pressão arterial sistólica do membro exercitado (determinada segundo Laurentino e colaboradores (2008) nos cinco exercícios utilizados no teste de 10-RM (agachamento na barra guiada, stiff com barra, supino reto com barra, remada curvada com barra e elevação lateral com halteres), com 30 segundos de descanso entre séries, 1 minuto entre

exercícios e uma cadência de 1,5 segundo para fase concêntrica e 1,5 segundo para fase excêntrica, controlados por metrônomo digital.

Para a restrição do fluxo sanguíneo durante a realização dos exercícios, foram utilizados manguitos de membros superiores (7 x 80 cm, WCS®) e de membros inferiores (12,5 x 84 cm, WCS®), sendo que a pressão utilizada era mantida durante toda a série de cada exercício, sendo desinflados os manguitos durante os períodos de descanso.

Os percentuais da carga máxima (80% para o TF e 30% para o TFRFS), bem como o número de repetições e séries (3 x 10 reps. para o TF e 30 reps. + 3 x 15 reps. para o TFRFS) foram escolhidos de modo a equalizar o volume de treinamento entre as condições (TF e TFRFS).

Em ambas as sessões de treinamento (TF e TFRFS), foram mensuradas a frequência cardíaca (por meio de frequencímetro da marca Geonaute Onrhythm 110®), pressão arterial (por meio de esfigmomanômetro e estetoscópio da marca Bic®) e duplo produto, nos seguintes tempos: repouso (Rep), ao final do primeiro exercício (1), ao final do segundo exercício (2), ao final do terceiro exercício (3), ao final do quarto exercício (4), ao final do quinto exercício (5), após 1 minuto de recuperação do final da sessão (1'após), após 2 minutos de recuperação do final da sessão

(2'após) e após 3 minutos de recuperação do final da sessão (3'após).

Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados, inicialmente foram verificados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade dos dados por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente.

Em seguida, foi realizado o teste t Student para dados não pareados para a comparação do volume de treinamento, e o teste t Student para dados pareados para a comparação das variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto) na situação pré, entre as sessões (TF e TFRFS).

Para a comparação do comportamento das variáveis hemodinâmicas durante as sessões de treinamento foi realizada a ANOVA two way de medidas repetidas por meio do modelo linear geral, tendo grupo (TF e TFRFS) e tempo (Repouso, exercícios 1, 2, 3, 4, 5, 1 minuto após, 2 minutos após e 3 minutos após) como fatores fixos e sujeitos como

fatores randômicos, sendo utilizado para as variáveis dependentes (variáveis hemodinâmicas).

O teste post hoc de Sidak foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F foram significantes.

Todas as análises foram realizadas no programa Statistical Package for Social Sciences® (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), versão 25,0, utilizando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Não foram verificadas diferenças estatísticas nas variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto) entre as sessões TFRFS e TF no momento pré.

A figura 1 a seguir apresenta a comparação do volume de treinamento entre as sessões TFRFS e TF, onde podemos observar que não houve diferença estatística entre os grupos, mostrando a equalização do volume entre as sessões.

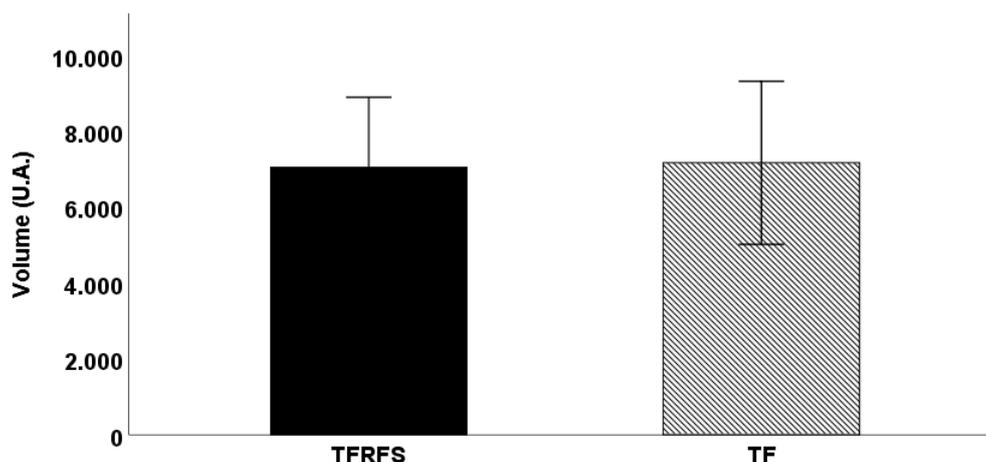


Figura 1 - Comparação do volume da sessão entre os grupos Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo (TFRFS) e Treinamento de Força (TF).

A figura 2 a seguir apresenta o comportamento da frequência cardíaca (FC) entre as sessões de treinamento (TFRFS e

TF), sendo observado efeito de tempo ($p < 0,001$), sem diferença estatística entre grupos.

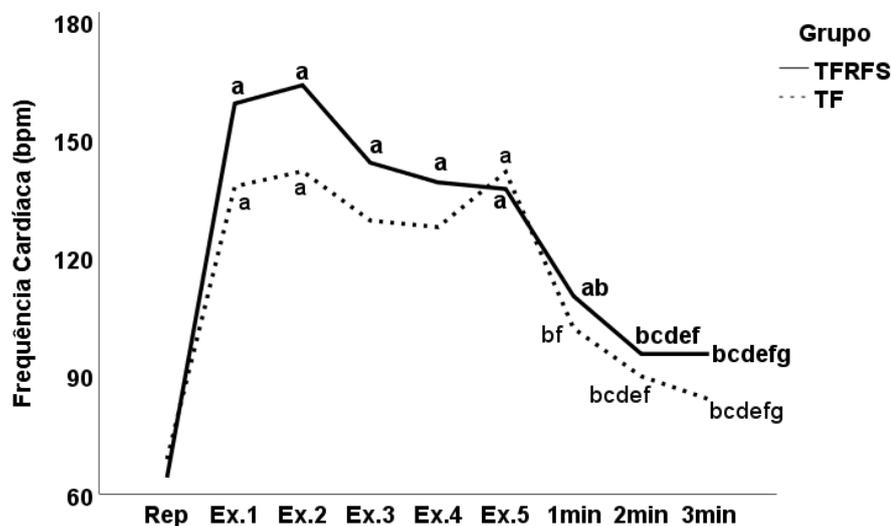


Figura 2 - Comportamento da frequência cardíaca (FC) entre as sessões de Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo (TFRFS) e Treinamento de Força (TF). Rep.: Repouso; Ex.1: após exercício 1; Ex.2: após exercício 2; Ex.3: após exercício 3; Ex.4: após exercício 4; Ex.5: após exercício 5; 1min: 1 minuto após a sessão; 2min: 2 minutos após a sessão; 3min: 3 minutos após a sessão. a = diferença para Rep. ($p < 0,05$); b = diferença para Ex.1 ($p < 0,05$); c = diferença para Ex.2 ($p < 0,05$); d = diferença para Ex.3 ($p < 0,05$); e = diferença para Ex.4 ($p < 0,05$); f = diferença para Ex.5 ($p < 0,05$); g = diferença para 1min ($p < 0,05$).

A figura 3 a seguir apresenta o comportamento da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) entre as sessões de treinamento (TFRFS e TF),

sendo observado efeito de tempo na pressão arterial sistólica ($p < 0,001$) e média ($p < 0,05$), sem diferença estatística entre grupos.

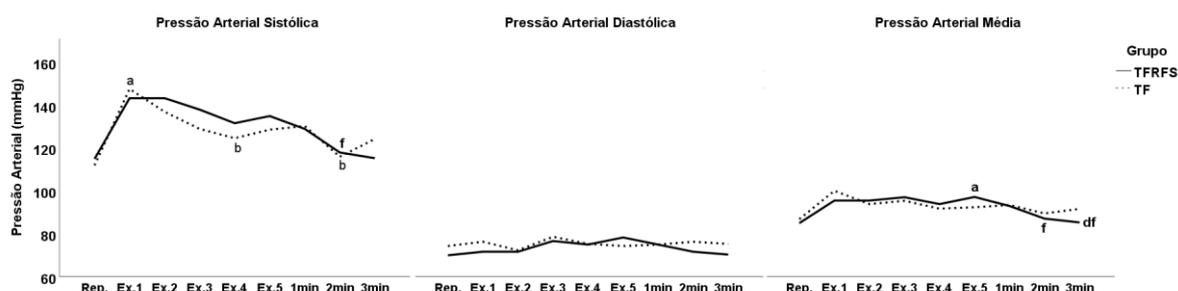


Figura 3 - Comportamento da pressão arterial entre as sessões de Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo (TFRFS) e Treinamento de Força (TF). Rep.: Repouso; Ex.1: após exercício 1; Ex.2: após exercício 2; Ex.3: após exercício 3; Ex.4: após exercício 4; Ex.5: após exercício 5; 1min: 1 minuto após a sessão; 2min: 2 minutos após a sessão; 3min: 3 minutos após a sessão. a = diferença para Rep. ($p < 0,05$); b = diferença para Ex.1 ($p < 0,05$); d = diferença para Ex.3 ($p < 0,05$); f = diferença para Ex.5 ($p < 0,05$).

A figura 4 a seguir apresenta o comportamento do duplo produto (DP) entre as sessões de treinamento (TFRFS e TF),

sendo observado efeito de tempo ($p < 0,001$), sem diferença estatística entre grupos.

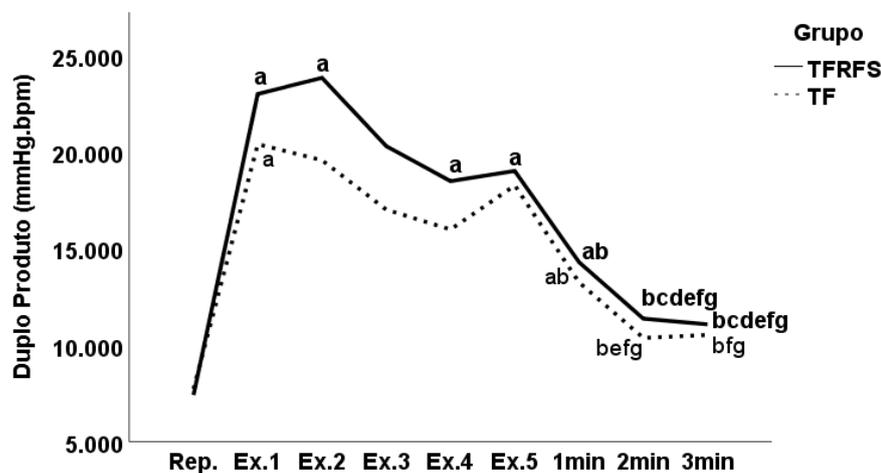


Figura 4 - Comportamento do Duplo Produto (DP) entre as sessões de Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo (TFRFS) e Treinamento de Força (TF). Rep.: Repouso; Ex.1: após exercício 1; Ex.2: após exercício 2; Ex.3: após exercício 3; Ex.4: após exercício 4; Ex.5: após exercício 5; 1min: 1 minuto após a sessão; 2min: 2 minutos após a sessão; 3min: 3 minutos após a sessão. a = diferença para Rep. ($p < 0,05$); b = diferença para Ex.1 ($p < 0,05$); c = diferença para Ex.2 ($p < 0,05$); d = diferença para Ex.3 ($p < 0,05$); e = diferença para Ex.4 ($p < 0,05$); f = diferença para Ex.5 ($p < 0,05$); g = diferença para 1min ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi que em ambas as sessões de treinamento de força (TF e TFRFS) observamos comportamento similar em relação às respostas hemodinâmicas, mostrando que o TFRFS não ofereceu sobrecarga cardiovascular aguda, contrariando nossa hipótese inicial.

O aumento das variáveis hemodinâmicas (FC, PAS e DP) em resposta às duas sessões de treinamento (TF e TFRFS) e em relação ao repouso era algo esperado em vista do aumento do estresse fisiológico (Williams e colaboradores, 2007; Castinheiras-Neto, Costa-Filho, Farinatti, 2010).

Porém, nenhuma das duas sessões de treinamento (TF e TFRFS) resultou em aumentos hemodinâmicos que denotassem risco cardiovascular (Passaro, 1997; Garber e colaboradores, 2011; ACSM, 2014), corroborando com outros estudos que defendem a segurança quanto à utilização do método TFRFS (Nakajima e colaboradores, 2006; Nakajima e colaboradores, 2007; Loenneke e colaboradores, 2011; Yasuda e colaboradores, 2017; Conceição, Ugrinowitsch, 2019).

No presente estudo tentamos simular um cenário o mais próximo possível de uma sessão de treinamento real, onde o grupo TFRFS utilizava a restrição do fluxo sanguíneo em todos os cinco exercícios propostos e não somente em um ou três exercícios, como encontrado na literatura (Ploutz-Snyder, 2009; Karabulut e colaboradores, 2011; Laurentino e colaboradores, 2012; Yasuda e colaboradores, 2012; Lowery e colaboradores, 2013; Yasuda e colaboradores, 2015; Laurentino e colaboradores, 2016; Kim e colaboradores, 2017; Libardi e colaboradores, 2017; Souza e colaboradores, 2018; Thiebaud e colaboradores, 2020).

Para compararmos as respostas hemodinâmicas durante as sessões de treinamento, equalizamos o volume das sessões (figura 1).

O comportamento das variáveis hemodinâmicas (FC, apresentada na figura 2, PA, apresentada no gráfico 3, e DP, apresentado no gráfico 4) foi similar em ambas as sessões de treinamento, sem diferença estatística entre as condições (TF e TFRFS).

Tal resultado vai de encontro com outros estudos que sugerem comportamento hemodinâmico similar entre TF e TFRFS

(Libardi e colaboradores, 2017; Domingos, Polito, 2018).

Embora não tenhamos encontrado diferença estatística entre as condições de treinamento, é possível notar um comportamento hipotensivo pós exercício no TFRFS (gráfico 3), corroborando de certa forma com o estudo de Libardi e colaboradores (2017) que mostrou menores valores de PAS, PAD e FC para o TFRFS em relação ao TF de alta e baixa intensidade em 12 homens jovens que realizaram quatro séries no exercício leg press até a exaustão.

Embora tenhamos aparentemente confirmado a possível segurança na utilização do TFRFS em relação ao comportamento hemodinâmico defendida por outros estudos (Loenneke e colaboradores, 2011; Yasuda e colaboradores, 2016; Libardi e colaboradores, 2017; Domingos, Polito, 2018; Conceição, Ugrinowitsch, 2019), além do fato de estudos prévios terem reportado pouquíssimos efeitos colaterais decorrentes da prática do TFRFS (Nakajima e colaboradores, 2006; Nakajima e colaboradores, 2007), recentemente mostramos que o uso da restrição do fluxo sanguíneo pode interferir nos marcadores inflamatórios em idosos, onde submetemos 22 indivíduos idosos a 12 semanas de treinamento concorrente em duas condições: TC (TF + aeróbio) e TCRFS (TFRFS + aeróbio), sendo que o TCRFS apresentou um comportamento pró-inflamatório em relação ao TC (Souza e colaboradores, 2018).

Apesar do comportamento hemodinâmico em resposta ao TFRFS aparentemente ser diferente entre indivíduos jovens e idosos, onde os idosos podem apresentar maior aumento da PA e atraso na restauração do sistema nervoso parassimpático (Sardeli e colaboradores, 2017), inclusive podendo resultar em dano nas válvulas venosas em função do acúmulo de sangue represado no vaso em decorrência da restrição imposta pela utilização do manguito (Loenneke e colaboradores, 2011), devemos tomar muito cuidado ao extrapolar resultados agudos ou de intervenções de curto a médio prazo para adaptações em longo prazo, mostrando que ainda são necessários futuros estudos longitudinais para esclarecer as questões cardiovasculares ao TFRFS.

Uma das limitações do presente estudo, além da reduzida amostra, foi a impossibilidade de utilizarmos o ultrassom e/ou a fotopletiografia, o que nos possibilitaria maiores esclarecimentos e o

desenvolvimento de novas hipóteses baseadas na turgescência e volumes sanguíneos.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, concluímos que ambas as sessões de treinamento de força apresentaram comportamento similar em relação às repostas hemodinâmicas, não havendo diferença entre o treinamento de força e o treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo.

Entretanto, tal conclusão deve ser interpretada com cautela visto que algumas limitações da presente pesquisa, como apontadas anteriormente, podem ser diferenciadas em futuros estudos permitindo um maior esclarecimento sobre o comportamento hemodinâmico frente ao treinamento com restrição do fluxo sanguíneo.

REFERÊNCIAS

- 1-ACSM. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 9ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara. 2014.
- 2-Arruda, D.P.; Assumpção, C.O.; Urtado, C.B.; Dorta, L.N.O.; Rosa, M.R.R.; Zabaglia, R.; Souza, T.M.F. Relação entre treinamento de força e redução do peso corporal. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 4. Num. 24. 2010. p.605-609.
- 3-Brown, L.E.; Weir, J.P.; ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. Journal of Exercise Physiology Online. Vol. 4. Num. 3. 2001. p.1-21.
- 4-Burd, N.A.; West, D.W.D.; Staples, A.W.; Atherton, P.J.; Baker, J.M.; Moore, D.R.; Holwerda, A.M.; Parise, G.; Rennie, M.J.; Baker, S.K.; Phillips, S.M. Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. PLoS ONE. Vol. 5. Num. 8. 2010. p.e12033. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012033>
- 5-Castinheiras-Neto, A.G.; Costa-Filho, I.R.; Farinatti, P.T.V. Respostas cardiovasculares ao exercício resistido são afetadas pela carga e intervalos entre séries. Arquivos Brasileiros

de Cardiologia. Vol. 95. Num. 4. 2010. p. 493-501. <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2010001400012>

6-Cesar, M.C.; Borin, J.P.; Gonelli, P.R.G.; Simões, R.A.; Souza, T.M.F.; Montebelo, M.I.L. The Effect of Local Muscle Endurance Training on Cardiorespiratory Capacity in Young Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23. Num. 6. 2009. p. 1637-43. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181b3dbaa>

7-Conceição, M.S.; Ugrinowitsch, C. Exercise with blood flow restriction: an effective alternative for the non-pharmaceutical treatment for muscle wasting. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. Vol. 10. Num. 2. 2019. p. 257-62. <http://dx.doi.org/10.1002/jcsm.12397>

8-Domingos, E.; Polito, M.D. Blood pressure response between resistance exercise with and without blood flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Life Sciences*. Vol. 209. 2018. p. 122-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lfs.2018.08.006>

9-Fazolin, M.A.; Souza, T.M.F.; Ceschini, F.L. Treinamento de força para indivíduos com transposição das grandes artérias: uma revisão. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 10. Num. 61. 2016. p. 684-691.

10-Garber, C.E.; Blissmer, B.; Deschenes, M.R.; Franklin, B.A.; Lamonte, M.J.; Lee, I-M.; Nieman, D.C.; Swain, D.P. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 43. Num. 7. 2011. p. 1334-59. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e318213fe fb>

11-Iida, H.; Kurano, M.; Takano, H.; Kubota, N.; Morita, T.; Meguro, K.; Sato, Y.; Abe, T.; Yamazaki, Y.; Uno, K.; Takenaka, K.; Hirose, K.; Nakajima, T. Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 100. Num. 3. 2007. p. 275-85. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0430-y>

12-Jenkins, N.D.M.; Housh, T.J.; Buckner, S.L.; Bergstrom, H.C.; Cochrane, K.C.; Hill, E.C.; Smith, C.M.; Schmidt, R.J.; Johnson, G.O.; Cramer, J.T. Neuromuscular Adaptations After 2 and 4 Weeks of 80% Versus 30% 1 Repetition Maximum Resistance Training to Failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 30. Num. 8. 2016. p. 2174-85. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001308>

13-Karabulut, M.; Bembem, D.A.; Sherk, V.D.; Anderson, M.A.; Abe, T.; Bembem, M.G. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 111. Num. 8. 2011. p. 1659-67. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1796-9>

14-Kim, D.; Loenneke, J.P.; Ye, X.; Bembem, D.A.; Beck, T.W.; Larson, R.D.; Bembem, M.G. Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training. *Muscle & Nerve*. Vol. 56. Num. 6. 2017. p. E126-E133. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.25626>

15-Laurentino, G.C.; Ugrinowitsch, C.; Aihara, A.Y.; Fernandes, A.R.; Parcell, A.C.; Ricard, M.; Tricoli, V. Effects of Strength Training and Vascular Occlusion. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 29. Num. 08. 2008. p. 664-7. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-989405>

16-Laurentino, G.C.; Loenneke, J.P.; Teixeira, E.L.; Nakajima, E.; Iared, W.; Tricoli, V. The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 48. Num. 5. 2016. p. 920-5. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000000833>

17-Laurentino, G.C.; Ugrinowitsch, C.; Roschel, H.; Aoki, M.S.; Soares, A.G.; Neves, M.; Aihara, A.Y.; Fernandes, A.R.C.; Tricoli, V. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 44. Num. 3. 2012. p. 406-12. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e318233b4bc>

18-Libardi, C.A.; Catai, A.M.; Miquelini, M.; Borghi-Silva, A.; Minatel, V.; Alvarez, I.F.; Milan-Mattos, J.C.; Roschel, H.; Tricoli, V.; Ugrinowitsch, C. Hemodynamic Responses to

Blood Flow Restriction and Resistance Exercise to Muscular Failure. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 38. Num. 02. 2017. p. 134-40. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-115032>

19-Loenneke, J.P.; Wilson, G.J.; Wilson, J.M. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 01. 2010. p. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1239499>

20-Loenneke, J.P.; Wilson, J.M.; Marín, P.J.; Zourdos, M.C.; Bembem, M.G. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 112. Num. 5. 2012. p. 1849-59. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x>

21-Loenneke, J.P.; Wilson, J.M.; Wilson, G.J.; Pujol, T.J.; Bembem, M.G. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol. 21. Num. 4. 2011. p. 510-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01290.x>

22-Lowery, R.P.; Joy, J.M.; Loenneke, J.P.; Souza, E.O.; Machado, M.; Dudeck, J.E.; Wilson, J.M. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Vol. 34. Num. 4. 2013. p. 317-21. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12099>

23-Morton, R.W.; Oikawa, S.Y.; Wavell, C.G.; Mazara, N.; McGlory, C.; Quadrilatero, J.; Baechler, B.L.; Baker, S.K.; Phillips, S.M. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 121. Num. 1. 2016. p. 129-38. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00154.2016>

24-Nakajima, T.; Kurano, M.; Iida, H.; Takano, H.; Oonuma, H.; Morita, T.; Meguro, K.; Sato, Y.; Nagata, T.; KAATSU Training Group. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 2. Num. 1. 2006. p. 5-13. <http://dx.doi.org/10.3806/ijktr.2.5>

25-Nakajima, T.; Takano, H.; Kurano, M.; Iida, H.; Kubota, N.; Yasuda, T.; Kato, M.; Meguro,

K.; Sato, Y.; Yamazaki, Y.; Kawashima, S.; Ohshima, H.; Tachibana, S.; Nagata, T.; Abe, T.; Ishii, N.; Morita, T. Effects of KAATSU training on haemostasis in healthy subjects. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 3. Num. 1. 2007. p. 11-20. <http://dx.doi.org/10.3806/ijktr.3.11>

26-Passaro, L.C. Resposta cardiovascular na prova de esforço: pressão arterial sistólica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 3. Num. 1. 1997. p. 6-10.

27-Pearson, S.J.; Hussain, S.R. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*. Vol. 45. Num. 2. 2015. p. 187-200. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0264-9>

28-Pizza, F.X.; Baylies, H.; Mitchell, J.B. Adaptation to eccentric exercise: neutrophils and E-selectin during early recovery. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Vol. 26. Num. 3. 2001. p. 245-53. <https://doi.org/10.1139/h01-015>

29-Ploutz-Snyder, L. Low Load Resistance Training with Blood Flow Restriction As A Countermeasure To Disuse Atrophy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 41. Num. 5. 2009. p. 59. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000354742.51628.ff>

30-Sardeli, A.V.; Santos, L.C.; Ferreira, M.L.V.; Gáspari, A.F.; Rodrigues, B.; Cavaglieri, C.R.; Chacon-Mikahil, M.P.T. Cardiovascular Responses to Different Resistance Exercise Protocols in Elderly. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 38. Num. 12. 2017. p. 928-36. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0043-115737>

31-Sato, Y. The history and future of KAATSU Training. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 1. Num. 1. 2005. p. 1-5. <http://dx.doi.org/10.3806/ijktr.1.1>

32-Souza, T.M.F.; Cesar, M.C.; Borin, J.P.; Gonelli, P.R.G.; Simões, R.A.; Montebelo, M.I.L. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 14. Num. 6. 2008. p. 513-7.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

33-Souza, T.M.F.; Libardi, C.A.; Cavaglieri, C.R.; Gáspari, A.F.; Brunelli, D.T.; Souza, G.V.; Ugrinowitsch, C.; Li, L.M.; Chacon-Mikahil, M.P.T. Concurrent Training with Blood Flow Restriction does not Decrease Inflammatory Markers. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 39. Num. 01. 2018. p. 29-36. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0043-119222>

34-Thiebaud, R.S.; Abe, T.; Loenneke, J.P.; Garcia, T.; Shirazi, Y.; McArthur, R. Acute Muscular Responses to Practical Low-Load Blood Flow Restriction Exercise Versus Traditional Low-Load Blood Flow Restriction and High-/Low-Load Exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*. Vol. 29. Num. 7. 2020. p. 984-92. <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.2019-0217>

35-Tritschler, K. Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow e McGee. Manole. 2003.

36-Williams, M.A.; Haskell, W.L.; Ades, P.A.; Amsterdam, E.A.; Bittner, V.; Franklin, B.A.; Gulanick, M.; Laing, S.T.; Stewart, K.J. Resistance Exercise in Individuals with and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update. *Circulation*. Vol. 116. Num. 5. 2007. p. 572-84. <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.107.185214>

37-Yasuda, T.; Loenneke, J.P.; Thiebaud, R.S.; Abe, T. Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength. *PLoS ONE*. Vol. 7. Num. 12. 2012. p. e52843. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0052843>

38-Yasuda, T.; Loenneke, J.P.; Thiebaud, R.S.; Abe, T. Effects of detraining after blood flow-restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *The Journal of Physiological Sciences*. Vol. 65. Num. 1. 2015. p. 139-44. <http://dx.doi.org/10.1007/s12576-014-0345-4>

39-Yasuda, T.; Meguro, M.; Sato, Y.; Nakajima, T. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 13. Num. 1. 2017. p. 1-9. <http://dx.doi.org/10.3806/ijtr.13.1>

40-Zabaglia, R.; Assumpção, C.O.; Urtado, C.B.; Souza, T.M.F. Efeito dos exercícios resistidos em portadores de Diabetes Mellitus. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do*

Exercício. São Paulo. Vol. 3. Num. 18. 2009. p. 547-558.

E-mail dos autores:

thmfsouza@gmail.com

brunamorais@hotmail.com

leandroxavier15@yahoo.com.br

rjm625@hotmail.com

reinaldo_personal@outlook.com

teixeira.luisfelipe@gmail.com

otavioasm@gmail.com

Recebido para publicação em 21/07/2021

Aceito em 12/08/2021