

Efeito do treino com restrição de fluxo sanguíneo versus treino resistido de alta intensidade sobre a força de indivíduos sedentários: um ensaio clínico controlado e randomizado

Blood flow restriction training versus high-intensity resistance training in sedentary individuals: a randomized controlled trial

LIMA LS, RODRIGUES NLM, FERNANDES CP, EVANGELISTA CMA, PORTO FF, NETO JCS, SOUZA LS, CERQUEIRA MS, SANTOS TK. Efeito do treino com restrição de fluxo sanguíneo versus treino resistido de alta intensidade sobre a força de indivíduos sedentários: um ensaio clínico controlado e randomizado. *R. bras. Ci. e Mov* 2020;28(2):157-162.

RESUMO: Objetivos: comparar os efeitos do treino com restrição de fluxo sanguíneo com o treino resistido de alta intensidade no ganho de força e hipertrofia. Material e métodos: neste ensaio clínico randomizado e controlado, 24 homens sedentários foram randomizados em dois grupos: treino com restrição de fluxo sanguíneo ou treino resistido de alta intensidade. Ambos os grupos realizaram 10 sessões de exercício de prensão manual até com 3 séries de exercícios até a falha, sendo que o grupo com treino de restrição de fluxo sanguíneo realizou com 30% da carga máxima obtida no teste de 1 repetição máxima, enquanto que o grupo de alta intensidade realizou com 80% da carga. Todos os voluntários foram avaliados e reavaliados a dinamometria de prensão manual e a perimetria de antebraço. Os dados foram tabulados e analisados no *statistical package for the social sciences*, utilizando o teste t-student, e o não paramétrico u de mann whitney, adotando a significância de 5% ($\alpha = 0,05$). Resultados: para o desfecho força, identificou-se que tanto o grupo que treino com restrição do fluxo, quanto o grupo que treinou com alta intensidade tiveram aumentos significativos ($p = 0,005$ e $0,026$, respectivamente). Já em relação ao aumento da circunferência, notou-se que somente o treino de restrição do fluxo se mostrou estatisticamente quando comparado o aumento entre os grupos ($p = 0,001$). Conclusão: foi possível concluir que o treinamento com restrição do fluxo sanguíneo mostrou eficaz tanto para o ganho de força, quanto para o aumento de circunferência, apresentando vantagens quando comparado ao grupo de treinamento resistido com alta intensidade.

Palavras-chave: hipertrofia. Força muscular. Exercício. Treinamento com restrição de fluxo sanguíneo.

ABSTRACT: Objectives: to compare the effects of blood flow restriction training with high intensity resistance training on strength gain and hypertrophy. Material and methods: in this randomized controlled trial, 24 sedentary men were randomized into two groups: restricted blood flow training or high intensity resistance training. Both groups performed 10 handgrip exercise sessions up to 3 sets of exercises until failure, and the group with blood flow restriction training performed with 30% of the maximum load obtained in the 1-repetition maximum test, while the high intensity group performed with 80% of the load. All volunteers were assessed and reassessed by handgrip dynamometry and forearm perimetry. Data were tabulated and analyzed in the statistical package for the social sciences, using the t-student test and the non-parametric mann whitney u test, adopting the significance of 5% ($\alpha = 0.05$). Results: for the strength outcome, it was found that both the flow restriction training group and the high intensity training group had significant increases ($p = 0.005$ and 0.026 , respectively). Regarding the increase in circumference, it was noted that only the flow restriction training was statistically when compared to the increase between the groups ($p = 0.001$). Conclusion: it was concluded that training with blood flow restriction was effective for both strength gain and circumference increase, presenting advantages when compared to the high intensity resistance training group.

Keywords: hypertrophy. Muscle strength. Exercise. Blood flow restriction

Leonardo S. Lima¹
Nara L.M. Rodrigues¹
Catarine P. Fernandes¹
Carlos M.A. Evangelista¹
Fernando F. Porto¹
João C.S. Neto¹
Lázaro S. Souza¹
Mikhail S. Cerqueira¹
Kleyton T. Santos¹

¹ Faculdade independente do Nordeste

Recebido: 25/09/2019
Aceito: 15/04/2020

Contato: Kleyton Trindade Santos - kleyton_santos@hotmail.com

Introdução

O treinamento resistido de alta intensidade (traí) é um método comum utilizado na reabilitação músculo esquelética de pacientes que apresentam fraqueza muscular. Esses exercícios são geralmente prescritos com bases no princípio da sobrecarga conforme recomendado pelo colégio americano de medicina do esporte¹. Cargas submáximas entre 70 a 90% de uma repetição máxima (1rm) são classicamente utilizadas fim de atingir maior proporção de recrutamento nas fibras do tipo ii que são de características rápidas e pouco resistentes a fadiga. O traí, pode gerar ganhos significativos de força e hipertrofia muscular devido a presença de micro lesões musculares, e da liberação de hormônio do crescimento (gh) induzida pelo exercício.²

Outra estratégia de treinamento que vem se mostrando eficaz para ganhos de força e hipertrofia é o exercício com restrição de fluxo sanguíneo (erfs) ou *kaatsu*, que consiste na aplicação de uma pressão por um manguito na região proximal do segmento corporal a ser trabalhado durante um exercício resistido, e que utiliza baixas cargas compreendidas entre 20% a 40% de 1rm.³

a restrição sanguínea durante o exercício aumenta o estresse metabólico, devido a redução o₂ nas fibras musculares. Desta forma, o metabolismo energético que durante exercício de baixa intensidade utiliza o o₂ como substrato primário acaba sendo predominantemente glicolítico durante o erfs. Assim, mesmo com cargas reduzidas as fibras de força, brancas ou do tipo ii, são estimuladas em primeiro plano⁴.

Além da maior estimulação das fibras de força, o erfs também pode propiciar a liberação de gh o que predispõe efeitos como a hipertrofia, além do fator de transcrição causado pela hipóxia tissular, que estimulam a liberação de outros fatores como o de crescimento endotelial vascular, que predispõe a formação de novos vasos sanguíneos ou angiogênese⁵. Baseado nisso é razoável considerar o erfs como uma alternativa interessante no tratamento de pacientes com fraqueza muscular devido a possibilidade de utilizar baixas cargas, diminuindo o estresse articular e/ou risco de lesões, conseguindo obter resultados semelhantes ao traí.

Diante da necessidade de conhecer a repercussão do erfs e sua comparação com o traí, faz necessário verificar se os efeitos dos dois métodos de treinamento são semelhantes, ou se existe vantagem de um em relação ao outro. Sendo assim o presente estudo teve a finalidade de comparar os efeitos do exercício com restrição de fluxo sanguíneo com o treinamento resistido de alta intensidade sobre a força e hipertrofia de sedentários.

Material e métodos

A presente pesquisa trata-se de um ensaio clínico randomizado, que é subprojeto do estudo intitulado “atuação fisioterapêutica nas disfunções ortopédicas e esportivas”, submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da fainor (cep/fainor) através do número de aprovação: 2.418.872.

O estudo foi realizado no laboratório de desempenho humano de uma faculdade particular do município de vitória da conquista, na região sudoeste da bahia, tendo como público alvo indivíduos com idade entre 18 e 40 anos, excluindo a interferência do envelhecimento na perda gradual de massa e força muscular, a amostra era composta indivíduos do sexo masculino, que não estava praticando exercícios resistidos e que eram sedentários de acordo com o questionário internacional de atividade física (ipaq)⁶ e pelo colégio americano de medicina do esporte- acms¹, que classifica como sedentários aqueles indivíduos que realizam menos que 150 minutos de atividade física por semana. Não poderiam participar da pesquisa aqueles indivíduos que estivessem sob o uso de anti-inflamatório não-esteroides (aines), antibióticos, suplementos alimentares ou apresentavam algum tipo de lesão ou já realizou algum procedimento cirúrgico no membro.

Desta forma, adotando os critérios acima, a população do estudo foi composta por 24 indivíduos, que foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e protocolo de intervenção, e após concordarem, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, para só então os dados serem coletados.

Todos os indivíduos da amostra passaram por uma avaliação inicial, composta um questionário estruturado, antropometria e dinamometria de preensão manual, através de um dinamômetro hidráulico saehan corporation sh5001, média da perimetria de circunferência de antebraço, utilizando uma fita métrica, e o teste de uma repetição máxima (1rm) utilizando halteres e anilhas, para mensuração da carga máxima e prescrição correta.⁷ a primeira medida verificada foi a perimetria sendo realizada uma medida de circunferência de antebraço dominante em três regiões sendo elas: proximal, medial e distal e calculado uma média dessas medidas. Após isso foi feito a avaliação da dinamometria sendo realizada com o indivíduo sentado, com o membro dominante apoiados sob um dos braços da cadeira em posição neutra de ombro e 90° de flexão do cotovelo segurando o dinamômetro e realizando três preensões manuais máximas a fim de verificar a força máxima. Por fim foi feito a avaliação da 1rm, com os indivíduos submetidos na mesma posição, sentado, a realização de uma repetição por cinco tentativas com cargas que eram aumentadas gradativamente a cada repetição e o valor de referência foi definido como a carga anterior a última sobrecarga onde o participante se apresentou incapaz de realizar uma repetição máxima.

Após isso os indivíduos foram randomizados em dois grupos, sendo o primeiro o grupo que realizaria erfs e o segundo o grupo que realizaria o trai. O protocolo de intervenção do estudo foi iniciado após 24h da avaliação de cada indivíduo e foi executado o exercício de fortalecimento dos flexores de punho em três séries até a falha concêntrica com um minuto de intervalo entre elas.

Os indivíduos que compuseram o grupo de erfs realizaram o protocolo de fortalecimento de flexores de punho, utilizando um halter com carga de 30% do obtido no teste de 1rm e realizando o exercício até a falha concêntrica, acrescido de um manguito pneumático, da marca cardiomed, apropriado para o erfs, colocado na parte proximal da região axilar do membro a ser trabalhado, e inflado a 200 mmhg.³

Já o grupo do trai realizava a mesma tarefa de fortalecimento dos flexores do punho, porém com um halter com carga de 80% da obtida no teste de 1rm, e sem a presença do manguito oclusor.

Os dois grupos passaram por 10 sessões de treinamento, sendo que a cada semana duas sessões eram realizadas. Ao final das 10 sessões, foi solicitado que o indivíduo retornasse após 24h para que uma nova avaliação fosse realizada, a fim de verificar as variáveis de interesse como força e hipertrofia.

Após as intervenções e reavaliações todos os dados foram tabulados e analisados no ibm spss statistics for windows (ibm spss. 22.0, 2012, armonk, ny: ibm corp.), sendo utilizado o teste t-student para verificação das médias pré e pós-intervenção, e o teste não paramétrico u de mann whitney, visando estabelecer a evolução existente entre os resultados por grupo. Em todas as análises o nível de significância adotado será de 5% ($\alpha = 0,05$).

Resultados

A partir dos dados obtidos na tabela 1, é possível afirmar que a variável força, obteve ganho estatisticamente significativo em ambos os grupos sendo p^* valor= 0.005 para o erfs, e 0,026 para o trai, enquanto que para circunferência, apenas o grupo erfs apresentou resultados significativamente associado obtendo o seguinte p^* valor= 0,001.

Tabela 1. Correlação da média pré e pós procedimentos. Vitória da conquista, brasil, 2019.

Variáveis	Média ¹ ± dp ² (n = 12)	Média ³ ± dp ² (n = 12)	P*
Força de preensão manual			
Erfs ⁴	21,54 ± 2,35	22,60 ± 3,13	0,005
Trai ⁵	20,8 ± 2,0	21,20 ± 2,19	0,026
Circunferência de antebraço			
Erfs ⁴	37,41 ± 8,56	41,66 ± 8,67	0,001
Trai ⁵	33,16 ± 9,28	36,33 ± 7,21	0,069

¹média antes; ² desvio padrão amostral; ³média pós; ⁴ exercício de restrição do fluxo sanguíneo , ⁵treinamento resistido de alta intensidade *teste t-student pareado. Fonte: dados da pesquisa.

ao investigar as diferenças entre as aplicações das técnicas no ganho médio das variáveis de interesse, notou-se que erfs apresentou um percentual de avanço maior, quando comparado ao trai, entretanto essa diferença foi significativamente associada apenas na variável força ($p=0,036$) como pode ser verificado na tabela 2.

Tabela 2. Percentual de evolução da amostra. Vitória da conquista, brasil, 2019.

Variáveis	Diferença média	% em ganho	P*
Força de preensão manual			
Erfs ¹	1,06	4,92	0,036
Trai ²	0,4	1,92	
Circunferência de antebraço			
Erfs ¹	4,25	11,36	0,061

Trai ²	3,17	9,55
-------------------	------	------

¹ *exercício com restrição do fluxo sanguíneo*, ²*treinamento resistido de alta intensidade* *teste u de mann whitney. Fonte: dados da pesquisa.

Discussão

O presente estudo proporcionou um comparativo entre o erfs e o trai, expondo os percentuais de evolução precoce entre técnicas sob qual se apresenta estatisticamente mais efetiva no ganho de hipertrofia de antebraço e força de preensão manual, utilizando perimetria e dinamometria que segundo reis et al⁸, em seu estudo apresenta a dinamometria como melhor forma de predição da força muscular. Diante desses objetivos o estudo apresentou resultados importantes para a comunidade científica e clínica sobre o treinamento de força e hipertrofia com perspectiva da reabilitação musculoesquelética.

Foi possível verificar que o erfs mostrou-se eficaz tanto para o ganho de hipertrofia quanto para o ganho de força, enquanto que o trai foi eficaz apenas a força. Esses achados são covalentes com o estudo de leiteria et al⁹, que encontrou percentuais de evolução no treinamento de força significativos em grupos de erfs e trai, tanto durante as 16 semanas de treinamento, quanto a manutenção da força que foi evidente em seis semanas de destreinamento. O autor afirma ainda que o uso do erfs é uma medida mais adequada por almejar resultados semelhantes a outros protocolos, além de utilizar baixas cargas em populações que não suportam ou apresentam fatores de risco para desenvolvimento de tendinites, osteoartrites, ou doenças ortopédicas e reumatológicas em geral além de predispor uma boa execução do treinamento.

Fry et al¹⁰, em um estudo clínico randomizado que buscou comparar os marcadores fisiológicos do erfs frente ao trai apontou que a fosforilação de mtorc 1 (complexo 1 de mamíferos alvo da rapamicina) durante o treino de oclusão é maior quando submetidos a treinos de restrição de fluxo e que aumenta os potenciais de tradução e biogênese ribossômica o que favorece os potenciais de síntese proteica no tecido muscular favorecendo a hipertrofia e o ganho de força principalmente nas primeiras 24 horas, além de ser fundamental para a redução dos níveis de gordura corporal explicado pelo aumento do consumo energético quando se recruta maiores quantidades de fibras musculares, e associado a isso se conclui que todos esses marcadores associados a um treinamento de baixa sobrecarga articular e melhores níveis de força e hipertrofia favorecem os achados do presente estudo.

O estudo de brik et al³, realizados com mulheres porém já com o diagnóstico de osteoartrite no joelho, vem fortalecer a ideia acima apresentada, pois o erfs se apresentou como medida mais eficaz por reduzir os níveis de estresse articular verificados pelos níveis de dor reduzidos no grupo erfs comparado ao grupo trai, além de verificar níveis de hipertrofia e ganho de força semelhantes em ambos os grupos, o que com os resultados do presente estudo se torna mais recomendável o uso do erfs pois diferente do estudo acima citado, o erfs apresentou resultados superiores no ganho de força e hipertrofia comparado ao trai.

Através dos resultados do presente estudo, observa-se que os benefícios do erfs conseguem ir mais além, demonstrando ser superior nos avanços de ganho de força se comparado ao trai, que se relaciona com os achados de hughes et al¹¹, em uma revisão sistemática com meta-análise onde ele revisou 20 estudos, e pode observar que o erfs se apresentou como uma terapia mais tolerável e reduz de maneira significativa os níveis de dor quando comparado aos exercícios de altas cargas o que entra como terapia chave na reabilitação musculo esquelética em indivíduos que não toleram exercícios com altas cargas como pacientes sedentários ou com algum acometimento ortopédico ou reumatológico como fraturas rupturas de tendões e fibras musculares ou até mesmo osteoartrites e inflamações importantes do sistema musculoesquelético.

Ladlow et al¹², verificaram a utilização do erfs com 30% de 1m, comparado a um trai, e observou em seus resultados um aumento significativo dos níveis de hipertrofia, força e função em extensores do joelho de indivíduos submetidos a reabilitação de pacientes que não toleram ou não são suscetíveis a prescrição de exercícios com altas cargas, achados estes que fortalecem os resultados do presente estudo por apresentar uma metodologia semelhante e com resultados também importantes porém em agrupamentos musculares diferentes, o que nos traz a ideia de maior eficiência do *kaatsu* frente ao trai em diversos grupos musculares.

Yow et al⁴, em um estudo de verificação dos benefícios precoces do erfs perante evolução de força e hipertrofia em pós cirúrgico de ruptura total do tendão do calcâneo, mostrou benefícios fundamentais e maiores que quando comparados a outros protocolos aplicados durante a reabilitação pós ruptura do tendão do calcâneo, embora ao concluir o estudo o autor frisou a importância de realização de novos estudos com aplicação do *kaatsu* em pós cirúrgico, visando identificar os riscos de coagulopatias e regressão da cicatrização, citou também a possibilidade de eventuais comprometimentos cardiovasculares o que se exclui frente os resultados supracitados no estudo de boeno, et al 2018¹¹.

Nota-se que é importante conhecer o estado físico e metabólico do paciente que vai ser submetido ao método, devido ao risco de efeitos colaterais. Ao avaliar os efeitos agudos da utilização do erfs, diversos questionamentos relacionados aos

riscos encontram-se presentes, tais como o potencial para desenvolvimento de hipertensão arterial. Entretanto boeno et al¹³, onde ele verificou os níveis de óxido nítrico (no) liberados durante o *traí* e o *erfs* concluiu que não ocorre nenhuma alteração a nível de liberação ou inibição desse neurotransmissor o que exclui os riscos de acarretar em maiores comprometimentos ao sistema cardiovascular na execução do *erfs*, reduzindo assim os possíveis riscos cardiovasculares. Nakajima et al (2006) demonstrou que o método é seguro para pacientes saudáveis e atletas, apresentando risco mínimo de trombo venoso, embolia pulmonar e/ou rabdomiólise. Yasuda et al (2017) reforça e expande esses achados afirmando que quando realizado por indivíduos treinados, são seguros independente de idade e condição física, apresentando efeitos mínimos como coceiras, dormência, etc.

O presente estudo apresentou algumas limitações como a perda de alguns participantes por iniciarem atividades físicas durante o estudo e alguns que não compareceram no laboratório duas vezes na semana para realização do protocolo, o que acarretou em uma redução da amostra, porém as devidas limitações não interferiram na execução nem no andamento do estudo.

Conclusão

Pode-se concluir que o *erfs* é mais eficaz que o *traí* no que tange ganhos em força muscular e hipertrofia. Observa-se a importância do presente estudo à comunidade científica, profissionais que atuam na fisioterapia desportiva, reabilitação musculoesquelética, além de diversos âmbitos de atenção à saúde onde o objetivo é a recuperação da integridade muscular. Recomenda-se a utilização do *erfs* na prática clínica, como uma possibilidade a mais para de potencialização nos ganhos de força e aumento da perimetria, demonstrando resultados positivos.

Referências

1. Diretrizes do acms para os testes de esforço e sua prescrição / american college of sports medicine; tradução dilza baleiro pereira de campos – 9ª ed. – rio de janeiro: guanabara, 2014.
2. Calori d, filho j, gurgel ald, gonalves r, ferreira sa, gobbi s. Acute effect of different weight exercise intensities in muscular performance of trained older women. *Rev bras med esporte* [internet]. 2012 dec [cited 2018 nov 17]; 18(6): 365-368.
3. Bryk ff, dos reis ac, fingerhut d, araujo t, schutzer m, cury rde p, duarte a jr, fukuda ty. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee surg sports traumatol arthrosc.* 2016; may;24(5):1580-6.
4. Yow bg, tennent dj, dowd tc, loenneke jp, owens jg. Blood flow restriction training after achilles tendon rupture. *J foot ankle surg.* 2018 may - jun;57(3):635-638.
5. Bittar st, pfeiffer ps, santos hh, cirilo-sousa ms. Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clin physiol funct imaging.* 2018 mar 2, 38, 930–935.
6. The ipaq group (2015). Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire. [november 17, 2018]. Available from: ipaq web site. <http://www.ipaq.ki.se/> published november 2018.
7. Materko w, neves ceb, santos el. Modelo de predição de uma repetição máxima (1rm) baseado nas características antropométricas de homens e mulheres. *Rev bras med esporte.* Jan/fev, 2007; 13 (1): 27-32.
8. Reis mm, arantes pmm. Medida da força de preensão manual- validade e confiabilidade do dinamômetro saehan. *Fisioterapia e pesquisa.* 2011; 18(2), 176-181.
9. Letieria rv, teixeira am, furtado ge, lamboglia cg, rees jl, gomes bb. Effect of 16 weeks of resistance exercise and detraining comparing two methods of blood flow restriction in muscle strength of healthy older women: a randomized controlled trial. *Experimental gerontology.* 2018; 114; 78–86.
10. fry cs, glynn el, drummond mj, timmerman kl, fujita s, abe t, dhanani s, volpi e, rasmussen bb. Blood flow restriction exercise stimulates mtorc1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J appl physiol* (1985). 2010 may; 108(5): 1199–1209.
11. Hughes l, paton b, rosenblatt b, gissane c, patterson sd. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br j sports med* 2017;0:1–11.
12. Ladow p, coppack rj, dharm-datta s, conway d, sellon e, patterson sd and bennett an. Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. *Front. Physiol.* 2018; 9:1269.
13. Boeno fp, ramis tr, farinha jb, lemos ls, medeiros ns, ribeiro jl. Acute effects of strength exercise with blood flow restriction on vascular function of young healthy males. *J vasc bras.* 2018 apr.-jun.; 17(2):122-127
14. Nakajima t, kurano m, iida h, takano h, oonuma h, morita t, et al. Use and safety of kaatsu training: results of a

- national survey. *Int j kaatsu train res.* 2006;2(1):5–13. <https://doi.org/10.3806/ijtr.2.5>.
15. Yasuda t, meguro m, sato y, nakajima t. Use and safety of kaatsu training: results of a national survey in 2016. *Int j kaatsu train res.* 2017;13(1):1–9. <https://doi.org/10.3806/ijtr.13.1>.