

Brenda Mendonça Guimarães¹Rafael Ribeiro Alves²Lorena Cristina Curado Lopes³**RESUMO**

Atualmente diversas evidências demonstram que a prática do treinamento resistido (TR) promove hipertrofia e aumento da força muscular com cargas (kg) entre 30-80% de 1 Repetição Máxima (1RM). Contudo, apesar do método de treinamento com oclusão vascular (TOV) e cargas baixas ser amplamente utilizado com estas finalidades, a sua eficiência não está totalmente consolidada. Portanto, o objetivo do estudo foi verificar os efeitos do treinamento com oclusão vascular sobre a hipertrofia e força muscular. Como método foi realizado uma revisão de literatura, nas bases de dado Pubmed, LILACS e Scielo com as seguintes palavras-chave: treinamento de oclusão, Kaatsu training, oclusão vascular, treinamento resistido, *blood flow restriction*, *Kaatsu training*, *resistance training*. Foram incluídos artigos disponíveis em língua portuguesa e inglesa entre os anos de 2010 à 2020. Os resultados demonstraram que o método de TOV é eficiente para aumentar a hipertrofia e força muscular em diferentes populações/situações utilizando cargas baixas. Além disso, as alterações fisiológicas inerentes da oclusão vascular são eficientes na reabilitação e/ou manutenção da massa muscular durante períodos de imobilização ou incapacidade de mover o membro. Contudo, o treinamento deve ser prescrito levando em consideração a especificidade do indivíduo afim de evitar possíveis efeitos adversos.

Palavras-chave: Treinamento de oclusão vascular; Hipertrofia; Treinamento resistido; Força muscular.

ABSTRACT

Currently, several evidences show that the practice of resistance training (RT) promotes hypertrophy and increased muscle strength with loads (kg) between 30-80% of 1 maximum repetition (1RM). However, although the training method with vascular occlusion and low loads is widely used for these purposes, its efficiency is not fully consolidated. Therefore, the aim of the study was to verify the effects of training with vascular occlusion on hypertrophy and muscle strength. As a method, a review of narrative-type literature was performed in the pubmed, LILACS and Scielo databases with the following keywords: occlusion training, Kaatsu training, vascular occlusion, resistance training, blood flow restriction, Kaatsu training, resistance training. Articles available in Portuguese and English were included between 2010 and 2020. The results showed that the training method with vascular occlusion is efficient to increase hypertrophy and muscle strength in different populations/situations using low loads. In addition, the inherent physiological changes of vascular occlusion are efficient in the rehabilitation and/or maintenance of muscle mass during periods of immobilization or inability to move the limb. However, training should be prescribed taking into account the specificity of the individual in order to avoid possible adverse effects.

Key words: Blood flow restriction; Hypertrophy; Resistance training; Muscle strength.

Submissão: 21/03/2020

Aceite: 20/06/2020

¹Graduada em Educação Física, UniFIMES, Brasil.

²Mestre em Nutrição e Saúde, UFG, Brasil.

³Mestre em Nutrição Humana e Saúde. UniFIMES, Brasil. lorenalopes.edfisica@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O TR, sinônimo de “musculação”, “treinamento com pesos”, “treinamento de força” e afins, promove diversos benefícios como aumento da força, resistência, potência muscular, hipertrofia, assim como alterações na composição corporal^{1,2}, fatores que contribuem para o aumento do interesse da população sobre sua prática. Nesse sentido, existe uma grande heterogeneidade do público que frequentam as academias, desde indivíduos saudáveis com objetivos meramente estéticos, até indivíduos realizando tratamento ou prevenindo contra diversas doenças, assim como atletas de diversas modalidades para melhorar a performance³⁻⁵.

A fim de maximizar os efeitos hipertróficos do TR, tradicionalmente tem sido sugerido a realização do treinamento com cargas altas (70-80% de 1 RM) com as quais o indivíduo consiga realizar entre 8 a 12 repetições máximas⁶. Contudo, nos últimos anos alguns estudos sugerem que treinamentos realizados com baixa carga (30% de 1RM) podem ser tão eficazes quanto aqueles realizados com 70-80%, desde que, as séries sejam realizadas até a falha muscular^{7,8}.

Entretanto, diversos indivíduos não podem realizar treinamentos até a falha muscular devido a fatores como nível de treinamento, condição física, frequência de treino etc., estes podem contribuir para redução brusca da performance relacionada a força após sessão de treino, processo inflamatório muscular exacerbado devido ao possível excesso de alterações metabólicas e teciduais, além da dor muscular tardia excessiva, entre outros⁹⁻¹².

Sendo assim, é de suma importância que os programas de TR, sejam adequadamente prescritos, através da manipulação das variáveis como intensidade, volume, intervalo, cadência, número de repetições etc. Além disso, atualmente existem vários métodos de treinamentos avançados que são utilizados como estratégias para maximizar os resultados do TR para diferentes públicos, tais como: bi-set, pirâmide crescente ou decrescente, potenciação pós-ativação, pré-exaustão, oclusão vascular, dentre outros¹³⁻¹⁶.

O método de treinamento com oclusão vascular (TOV), consiste na combinação de TR de baixa intensidade juntamente com a restrição do fluxo sanguíneo realizado no membro a ser exercitado ou não, a pressão de oclusão é controlada através de aparelhos como o esfigmomanômetro adaptado e até elásticos específicos^{17,18}.

Dentre os principais benefícios do TOV podemos destacar o pouco estresse articular, devido a utilização de cargas extremamente baixas (10-30%), além disso, a condição de oclusão vascular, contribui para o acúmulo de metabólicos, que estimula um aumento subsequente nos fatores de crescimento anabólicos, além do recrutamento precoce de fibras de contração rápida, assim como o aumento da síntese proteica através do alvo de rapamicina nos mamíferos (mTOR), fatores contribuintes para a hipertrofia e força muscular^{19,20}.

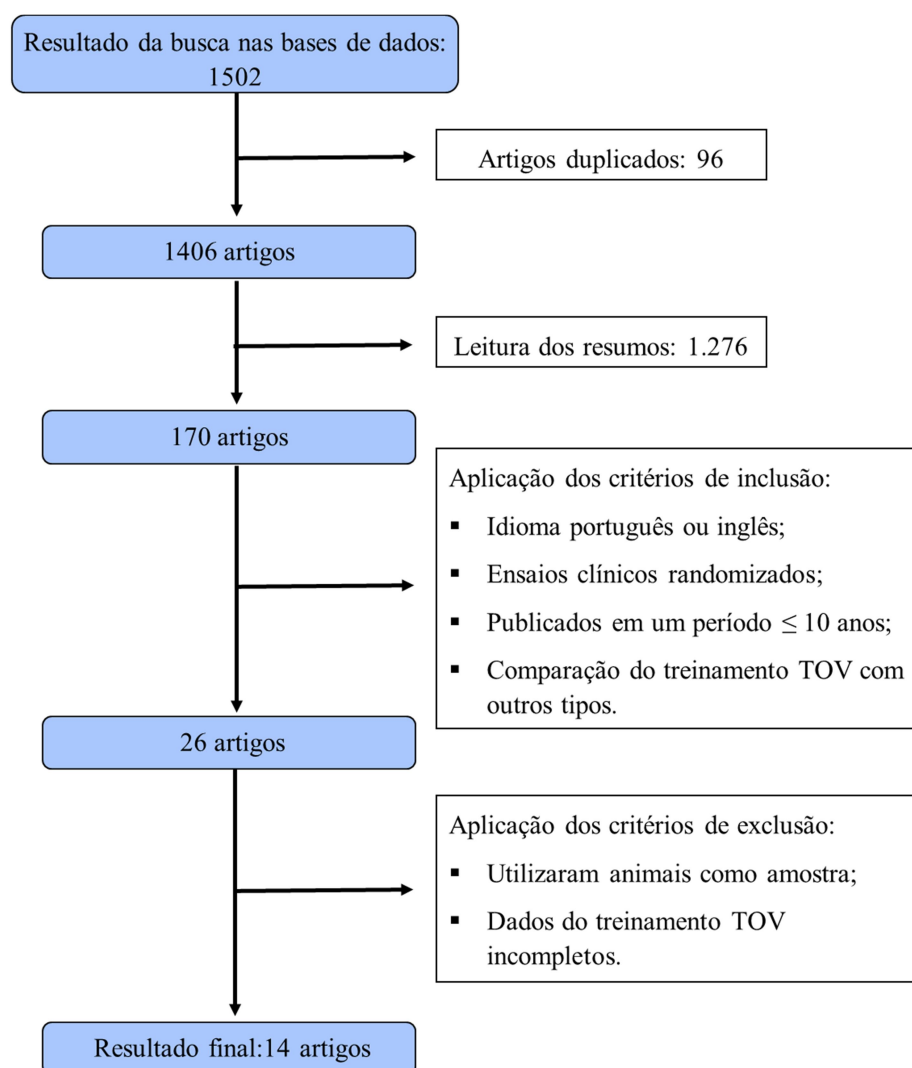
Contudo, apesar da ampla utilização do TOV, inclusive para indivíduos em fase de reabilitação ou condições de limitações ortopédicas^{21,22}, até o presente momento, não encontramos revisões sobre a utilização do TOV para aumento de força e hipertrofia muscular em diferentes públicos. Esses conhecimentos podem auxiliar os profissionais da saúde a compreenderem a relevância da aplicação do TOV inerentes aos seus benefícios e possíveis riscos. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos do treinamento com oclusão vascular sobre a hipertrofia e força muscular.

METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de revisão sistemática a partir da pesquisa sobre a literatura referente a temática. As bases de dados utilizadas para realização da pesquisa foram: Google acadêmico, Pubmed, LILACS, Scielo. Para a busca nas bases de dados foram utilizados os seguintes descritores: treinamento de oclusão, *Kaatsu training*, oclusão vascular, treinamento resistido, *blood flow restriction*, *Kaatsu training*, *resistance training*.

Como critérios de inclusão, foram utilizados artigos publicados em língua portuguesa e inglesa entre os anos de 2010 a 2020, ensaios clínicos randomizados comparando o treinamento de TOV com outros tipos de treinamentos. Artigos fora do recorte temporal, que utilizaram animais como amostra ou não haviam descrito detalhadamente o treinamento com TOV, foram excluídos. Figura 1.

Figura 1. Fluxograma da seleção dos artigos



TOV = Treinamento com oclusão vascular.

RESULTADOS

Quadro 1 Artigos que realizaram treinamento com oclusão vascular.

Autor e ano	Amostra	Metodologia	Resultados
Abe et al. ²³	19 jovens randomizados em TOV ou CONT	TOV= Ciclismo durante 20 min a 40% do VO2máx. TRAD: 45 minutos a 40% do VO2máx. O treino era realizado duas vezes por semana durante 8 semanas	Melhorias significativas no VO2máx (+6,4%) e tempo até a exaustão (+15,4%) foram observadas no grupo em TOV (p <0,05), mas não no grupo TRAD.
Takarada et al., ²¹	16 pessoas (8 homens) que tinha passado por cirurgia de ligamento cruzado anterior)	Duas sessões diárias de estímulo oclusivo, cada uma consistindo em cinco repetições de oclusão vascular (pressão máxima média, 238 mm Hg) por 5 min com intervalo entre elas de 3 min, foram aplicadas diariamente na extremidade proximal da coxa entre o 3º ao 14º dias pós cirúrgico. O grupo controle não fez nenhum tipo de exercício.	No grupo que não fez oclusão ocorreu atrofia dos extensores de joelho (-20,7 %) enquanto no grupo que fez oclusão a atrofia foi de 9,4%. Estes dados sugerem que a oclusão pode atenuar a perda de massa muscular.
Rodrigues et al., ²⁴	49 mulheres com artrite reumatoide	Indivíduos foram randomizados em três grupos de treinamento: Carga alta G1= 70% RM; G2 Baixa carga +oclusão= 30% 1RM com restrição parcial de fluxo sanguíneo e G3=grupo controle.	Os dois grupos de treinamento foram igualmente eficazes no aumento da força e hipertrofia quando comparados com o grupo controle. Indicando que os dois tipos de treino são similarmente eficazes.
Farhani et al., ²⁵	12 jogadores de futsal	Foram randomizados em treino com oclusão ou sem oclusão com frequência de 3 vezes por semana durante 4 semana.	O método de TOV resultou no aumento de na ativação muscular de atletas quando comparados com aqueles que treinaram sem oclusão

Cook e Cleary, ²⁶	21 idosos com idade entre 67 e 90 anos com risco de perda de mobilidade.	Realizaram treinamento duas vezes por semana durante 2 semanas. Exercícios de flexão e extensão de joelho com ou sem oclusão	O treinamento de oclusão aumentou a massa muscular e a força no exercício de extensão de joelho, levando em consideração os níveis de aumento da carga, o método é comprovado como seguro e eficaz em populações idosas com risco de mobilidade.
Teixeira et al.,	15 Idosas com idade entre 61 e 69 anos	Randomizadas em TOV (3x15 repetições a 20% 1RM); TRAD: (3x15 repetições a 20% de 1RM) nos exercícios cadeira flexora e extensora.	As idosas que fizeram TOV tiveram maior ganho de hipertrofia quando comparado com o grupo tradicional.
Takarada et al., ¹⁶	Mulheres na pós menopausa	G1= realizava flexões de cotovelo a 50% 1RM com restrição de fluxo (110 mm Hg), até a falha muscular; G2=flexão de cotovelo 50% 1RM sem restrição de fluxo; G3: flexão de cotovelo a 80% 1RM. Durante 16 semanas	G1(+20%) e G3 (+18%) tiveram hipertrofia superiores quando comparados a G2.
Meister et al., ²⁷	12 homens saudáveis	Realizaram treinamento unilateral. Membro 1:isométria de extensão de joelhos (5 segundos) e carga de 20 % 1RM em uma perna. Membro 2: mesmo treinamento, com oclusão vascular á 160 mmHg	A hipertrofia observada nos dois membros foram similares.
Laurentino et al., ²⁸	29 homens saudáveis	Treino de 15 repetições a 20% 1RM (90mmHg de oclusão), duas vezes por semana por dois meses e grupo controle sem exercício.	Aumento de força de 40% para o grupo que treinou com oclusão e 20% para quem treinou sem.

Brick et al., ²²	34 mulheres com artrite	G1: realizou treinamento a 70% 1RM durante seis semanas, G2 realizou 30% 1RM 3x30 repetições com manguito a 200mmHg.	Os resultados em relação à força, dor e avaliação funcional foram os mesmos nos dois programas de treinamento, com e sem a oclusão. No entanto as mulheres que usaram o método com oclusão relataram que tinham menos desconforto anterior no joelho durante as sessões de tratamento do que aqueles que treinaram sem a oclusão
Clarkson et al., ²⁹	19 idosos sedentários	Randomizados em caminhada com oclusão ou caminhada. Os treinos foram realizados três vezes por semana, durante seis semanas,	O grupo que treinou com restrição de fluxo teve entre 2.5 a 4.5 maior aumento na capacidade funcional do que o grupo controle.
Vechin et al., ³⁰	23 idosos	Randomizados em 3 grupos. G1: controle; G2= 4x10 repetições; G3= 4x (1x30 repetições a 20% 1RM);	Ambos os regimes de treinamento foram eficazes no aumento do 1RM de leg press pré e pós-treinamento e área de secção transversa do quadríceps. No entanto, o treinamento G2, foi mais efetivo para aumento de força.
Libardi et al., ³¹	25 idosos saudáveis	Randomizados em: G1 (40 min a 80% Vo2pico + leg press (4x10RM a 80%RM). G2=1 série de 30 e 3 séries de 15 a 20-30% 1RM com intervalo de 60 segundos). G3= grupo controle.	G1 e G2 tiveram aumentos semelhantes na área de secção transversa do quadríceps, força e VO2.
Behringer et al., ³²	20 homens jovens	4 séries unilateral extensão de joelho (75%RM) uma perna com restrição de fluxo e outra sem.	Os marcadores de estresse metabólico e a resposta endócrina foram semelhante nas duas pernas.. Ou seja, a oclusão vascular levou ao mesmo estresse com menor carga.

TOV= Treinamento com oclusão vascular; TRAD: treinamento tradicional; AR; artrite reumatoide; 1RM= 1 repetição máxima; G= grupo; VO₂= Volume de oxigênio; VO₂max= Volume de oxigênio máximo.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O presente estudo teve o objetivo de verificar os efeitos do treinamento com oclusão vascular sobre a hipertrofia e força muscular. Nossos achados sugerem que o TOV é efetivo para aumentar a hipertrofia e força muscular, especialmente em situações em que o TR tradicional com cargas elevadas é de difícil implementação, como o caso de idosos fragilizados, pessoas imobilizadas, pacientes com doenças reumatológicas entre outras.

O TOV é particularmente importante para indivíduos hospitalizados que sofrem severo catabolismo muscular e perda de força, devido a sua fácil implementação, baixo custo e resultados significativos. Em concordância, Takarada et al.,²¹ submetem indivíduos após cirurgia de ligamento cruzado anterior a um protocolo de TOV, conseguindo atenuar a perda de massa muscular. Korakakis et al.,³³ verificaram que o TOV foi efetivo na redução de dor em indivíduos com quadro crônico de dor anterior no joelho. Todavia, o efeito sobre indivíduos jovens e saudáveis parece ser similar ao treinamento tradicional²⁷.

Os estudos citados anteriormente, indicam que o TOV é efetivo no aumento de hipertrofia e força muscular, todavia, os resultados são superiores ao treino convencional apenas em indivíduos durante os períodos de reabilitação, doentes, idosos ou com baixa tolerância ao esforço.

Entretanto, o TOV deve ser prescrito e supervisionado por profissionais habilitados, afim de evitar possíveis complicações oriundas de sua prática, conforme demonstrado no estudo de Clark et al.,²⁹ onde relataram rhabdomiólise em um jovem de 20 anos, vinte e quatro horas após o TOV. Corroborando com estes achados, Noto et al.,³⁴ reportaram obstrução trombótica na região da axila que resultou em síndrome de Paget-Schroetter em uma mulher de 29 anos submetida ao TOV. Dessa forma, torna-se imprescindível que os profissionais sejam criteriosos na hora de implementar esta estratégia a fim de minimizar tais riscos.

Apesar dos fatos descritos anteriormente, existem poucos estudos sobre o TOV, visto que muitas questões ainda permanecem sem resposta, como por exemplo: qual o efeito do TOV a longo prazo? Qual efeito do TOV sobre os sistemas fisiológicos inerentes aos parâmetros da aptidão física? Por exemplo, no estudo de Spranguer et al. (2015) foi sugerido que o TOV cause uma hiperatividade do sistema nervoso simpático, e este por sua vez atuaria no aumento da pressão arterial e estresse cardiovascular, aumentando assim, possíveis riscos de efeitos adversos.

Atualmente, os mecanismos fisiológicos que explicam a eficiência deste tipo de treinamento ainda não estão totalmente esclarecidos, mas parecem ser dependentes de alterações metabólicas, hormonais, produção de radicais livres etc. Independente dos mecanismos por trás das alterações, nossos resultados evidenciam efeitos positivos sobre a hipertrofia e força muscular em diferentes populações.

Baseado nos resultados dessa revisão, podemos considerar que o TOV é uma estratégia efetiva para o ganho de hipertrofia e força muscular. Além disso, o método também pode ser utilizado sem carga externa, com a finalidade de atenuar a redução da massa magra decorrente do desuso do membro em condições de imobilizações pós-cirúrgicas e/ou similares. Contudo, ele deve ser prescrito levando em consideração a especificidade do indivíduo afim de evitar possíveis efeitos colaterais.

Além disso, muitos estudos ainda precisam ser realizados a fim de esclarecer os demais possíveis mecanismos fisiológicos desencadeados pela oclusão vascular inerentes a hipertrofia e força muscular, assim como em demais componentes da aptidão física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paoli A, Moro T, Bianco A. Lift weights to fight overweight. *Clin Physiol Funct Imaging*. janeiro de 2015;35(1):1-6.
2. Bird SP, Tarpinning KM, Marino FE. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular

- Fitness. Sport Med. 2005;35(10):841–51.
3. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2006.
 4. Esco MR. Resistance Training for Health and Fitness. *Am Coll Sport Med*. 2013;
 5. Young WB. Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*. 2006.
 6. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;
 7. Fink J, Kikuchi N, Yoshida S, Terada K, Nakazato K. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development. *Springerplus*. 2016;
 8. Stefanaki DGA, Dzulkarnain A, Gray SR. Comparing the effects of low and high load resistance exercise to failure on adaptive responses to resistance exercise in young women. *Journal of Sports Sciences*. 2019;
 9. Neves LX da S, Teodoro JL, Menger E, Lopez P, Grazioli R, Farinha J, et al. Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: A randomized clinical trial. *Exp Gerontol*. 2018;
 10. Sampson JA, Groeller H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? *Scand J Med Sci Sport*. 2016;
 11. Peñailillo L, Blazevich A, Numazawa H, Nosaka K. Rate of force development as a measure of muscle damage. *Scand J Med Sci Sport*. 2015;
 12. Linnamo V, Bottas R, Komi P V. Force and EMG power spectrum during and after eccentric and concentric fatigue. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;
 13. Augustsson J, Thomeé R, Hörnstedt P, Lindblom J, Karlsson J, Grimby G. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *J Strength Cond Res*. 2003;
 14. Alves RR, Viana RB, Silva MH, Guimarães TC, Vieira CA, Santos D de AT, et al. Postactivation Potentiation Improves Performance in a Resistance Training Session in Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2019;
 15. Angleri V, Ugrinowitsch C, Libardi CA. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *Eur J Appl Physiol*. 2017;

16. 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. *J Appl Physiol.* 2000;
17. 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;
18. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength Cond J.* 2009;
19. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine.* 2010.
20. Burgomaster KA, Moore DR, Schofield LM, Phillips SM, Sale DG, Gibala MJ. Resistance training with vascular occlusion: Metabolic adaptations in human muscle. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;
21. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;
22. Bryk FF, dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury R de PL, et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;
23. Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2010;
24. Rodrigues RC. Efeitos do treinamento de força associado à restrição parcial do fluxo sanguíneo sobre a força, massa muscular, funcionalidade e qualidade de vida em pacientes com artrite reumatoide: um estudo clínico randomizado. Universidade de São Paulo; 2018.
25. Amani-Shalamzari S, Farhani F, Rajabi H, Abbasi A, Sarikhani A, Paton C, et al. Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. *Front Physiol.* 2019;
26. Cook SB, Cleary CJ. Progression of blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Front Physiol.* 2019;
27. Meister CB, Kutianski FAT, Carstens LC, Andrade SLF, Rodacki ALF, Souza RM de. Effects of two programs of metabolic resistance training on strength and hypertrophy. *Fisioter em Mov.* 2016;
28. 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;
29. Clark BC, Manini TM. Can KAATSU exercise cause rhabdomyolysis? *Clin J Sport Med.* 2017;

30. Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, Damas FR, Lixandrão ME, Berton RPB, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res.* 2015;
31. Libardi CA, Chacon-Mikahil MPT, Cavaglieri CR, Tricoli V, Roschel H, Vechin FC, et al. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *Int J Sports Med.* 2015;
32. Behringer M, Heinke L, Leyendecker J, Mester J. Effects of blood flow restriction during moderate-intensity eccentric knee extensions. *J Physiol Sci.* 2018;
33. Korakakis V, Whiteley R, Cole A, Nunes P, Azzopardi M, Itani A, et al. Low-load resistance exercise, blood flow restriction, or sham blood flow restriction for anterior knee pain. A three-arm pilot RCT. *J Sci Med Sport.* 2018;
34. Noto T, Hashimoto G, Takagi T, Awaya T, Araki T, Shiba M, et al. Paget-schroetter syndrome resulting from thoracic outlet syndrome and KAATSU training. *Intern Med.* 2017.