
Efeitos da frequência do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre a força e hipertrofia muscular: uma revisão da literatura

Effects of resistance training with blood flow restriction frequency on strength and muscle hypertrophy: a literature review

Fabiano Freitas Shiromaru¹, Carla Silva Batista²; Bergson de Almeida Peres¹; Emerson Luiz Teixeira^{1,2}

¹Curso de Educação Física da Universidade Paulista, São Paulo-SP, Brasil; ²Curso de Educação Física da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo-SP, Brasil.

Resumo

Apesar de ser conhecido que o treinamento de força de baixa intensidade (20 a 50% de 1RM), combinado com uma restrição parcial do fluxo sanguíneo (TFRFS), promove ganhos de força e hipertrofia muscular, não se sabe se a frequência desse tipo de treinamento influencia os resultados. Assim, o objetivo desta revisão foi revisar os estudos que investigaram o efeito do TFRFS sobre os ganhos de força e massa muscular em indivíduos destreinados e verificar se as diferentes frequências que interferem nessas adaptações. Para isto, foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados: PubMed/Medline, Scielo, Google Acadêmico; utilizando os seguintes descritores em inglês: *vascular occlusion, kaatsu training, low-load exercise, resistance training, skeletal muscle, muscle hypertrophy, strength muscle e frequency*. Os resultados encontrados demonstraram que a magnitude dos ganhos de força muscular por sessão de treino foi maior para a frequência de duas vezes por semana em comparação à frequência de duas vezes por dia. Em contrapartida, o ganho de massa muscular por sessão de treino parece ser similar independentemente da frequência de treino. Concluímos que a frequência de 2 vezes por semana parece ser melhor do que 2 vezes por dia para o aumento da força muscular, provavelmente devido a necessidade de maior tempo de treino para a contribuição da adaptação neural. Entretanto, para a hipertrofia muscular, o aumento da frequência do TFRFS, realizando os treinos todos os dias e até duas vezes ao dia, parece ser uma estratégia eficaz quando o objetivo é aumentar a massa muscular em curto prazo.

Descritores: Exercício; Oclusão vascular, Força; Hipertrofia muscular; Dano muscular

Abstract

Although it is known that low-intensity resistance training (20 to 50% of 1RM), combined with a partial blood flow restriction, promotes strength gains and muscle hypertrophy, it is not known if RTBFR frequency influences in these results. Thus, the aim of this review was to review the studies that investigated the influence of low-intensity resistance training with blood flow restriction on strength and muscle mass gains in untrained individuals and verify if different frequencies interfere in these adaptations. For this, it was performed a search in the following databases: PubMed / Medline, Scielo, Google Scholar; using the following keywords alone or combined: *vascular occlusion, kaatsu training, low-load exercise, resistance training, skeletal muscle, muscle hypertrophy, strength muscle and frequency*. The results showed that the magnitude of muscle strength gains per training session were higher to a twice-per-week frequency compared to twice-per-day frequency. In contrast, the gain of muscle mass per training session seems to be similar regardless of the training frequency. Given the results we can conclude that the frequency of 2 times per week seems to be better than 2 times per day for the increase of muscle strength, probably due to the need for longer training time for the contribution of neural adaptation. However, for increasing muscle mass, increasing the frequency of RTBFR, performing the exercises every day and up to twice a day, seems to be an effective strategy when the aim is to increase muscle mass in the short term.

Descriptors: Exercise, Vascular occlusion, Strength, Muscle hypertrophy; Muscle damage.

Introdução

É geralmente recomendado na literatura científica que para maximizar os ganhos de força e massa muscular o treinamento de força (TF) deve ser realizado a uma intensidade de ~70% da força dinâmica máxima (1RM)¹.

Entretanto, sabe-se que ao utilizar intensidades elevadas, o estresse mecânico provocado pelas ações musculares aumenta o dano muscular, resultando na diminuição da força e da amplitude de movimento, aumento da concentração de enzimas no sangue e da dor muscular de início tardio²⁻⁵. Essas alterações podem permanecer elevadas de 48 até 72 horas após o exercício²⁻⁵, sugerindo que um novo estímulo de treino seja oferecido somente após esse período.

Nesse contexto, para maximizar as adaptações neuromusculares, tem sido sugerido a realização do TF de alta intensidade com intervalo de ~48 horas entre as sessões⁶ e com uma frequência de 2-3 vezes por semana^{1,7,8}. Seguindo essas recomendações, ganhos significativos de força e massa muscular têm sido comumente evidenciados após um período entre 6-8 semanas^{1,9,10}.

Por outro lado, uma estratégia de treinamento que parece contrariar as recomendações supracitadas e tem ganhado cada vez mais destaque na literatura científica é o TF de baixa intensidade (20-50% 1RM) combinado com uma restrição parcial do fluxo sanguíneo (TFRFS)¹¹⁻¹⁵. Tal estratégia promove similares ganhos de força e massa muscular quando comparado aos resultados obtidos com o TF de alta intensidade ($\geq 80\%$ 1RM)^{11-13,15}.

Fato interessante é que o TFRFS não tem demonstrado aumento nos indicadores de dano muscular^{11,16-20}, possibilitando a realização de um maior número de sessões de TFRFS na semana^{14,16,17,21,22}.

Em toda a literatura, diferentes frequências têm sido utilizadas, variando de duas vezes por semana²³⁻²⁷ até duas vezes ao dia^{14,16,17,21}. Entretanto, curiosamente até o momento não há um consenso a respeito da frequência de TFRFS ideal para maximizar os ganhos de força e massa muscular, o que dificulta estabelecer um direcionamento para a prescrição do TFRFS.

Portanto, o objetivo da presente revisão de literatura foi revisar os estudos que investigaram o efeito do TFRFS sobre os ganhos de força e massa muscular e verificar se as diferentes frequências de treinamento utilizada nos estudos interferem nessas adaptações.

Revisão da Literatura

Uma revisão da literatura foi realizada através de uma busca eletrônica nas bases de dados PubMed/Medline, Scielo e Google Acadêmico. Todas as buscas foram realizadas em março de 2018. Para a pesquisa dos artigos foi utilizado os seguintes descritores em inglês de maneira isolada ou combinada: *vascular occlusion, kaatsu training; Low-load exercise, resistance training, skeletal muscle, muscle hypertrophy, strength muscle e frequency*. Foram incluídos nesta revisão apenas artigos originais. Como critérios de inclusão, os artigos originais deveriam ter: 1) amostra de sujeitos destreinados do sexo masculino; 2) TFRFS com baixa intensidade (20-50% 1RM)

realizado em pelo menos 2 sessões de treino na semana ou todos os dias; 3) exercícios para o quadríceps; 4) avaliação da força muscular por meio do teste de 1RM; e 5) mensuração da área de secção transversa do músculo (AST) por meio da ressonância magnética.

Resultados e Discussão

A figura 1 apresenta o resumo da busca eletrônica da literatura. Inicialmente, foram localizados 392 artigos relacionados com o tema proposto. Após análise dos títulos e/ou resumos, foram selecionados 24 estudos para leitura completa. Com base nos critérios de inclusão e exclusão, um total de oito estudos foram incluídos nessa revisão.

Posteriormente, são apresentados os estudos que investigaram os efeitos do TFRFS sobre os ganhos de força e de massa muscular utilizando diferentes frequências de treinamento. Quando avaliado a magnitude dos ganhos de força muscular (percentual de mudança da força dividido pelo número total de sessões) foi observado ganhos maiores para a frequência de duas vezes por semana (1,0% por sessão [faixa de 0,4 a 2,5%]) em comparação à frequência de duas vezes por dia (0,6% por sessão [faixa de 0,6 a 0,7%]). Em contrapartida, a massa muscular por sessão de treino (percentual de mudança da AST dividido pelo número total de sessões) foi similar entre a frequência de duas vezes por semana (0,3% por sessão [faixa de 0,03 a 0,4%]) e de duas vezes por dia (0,3% por sessão [faixa de 0,2 a 0,3%]). Todos os resultados são apresentados na Tabela 1.

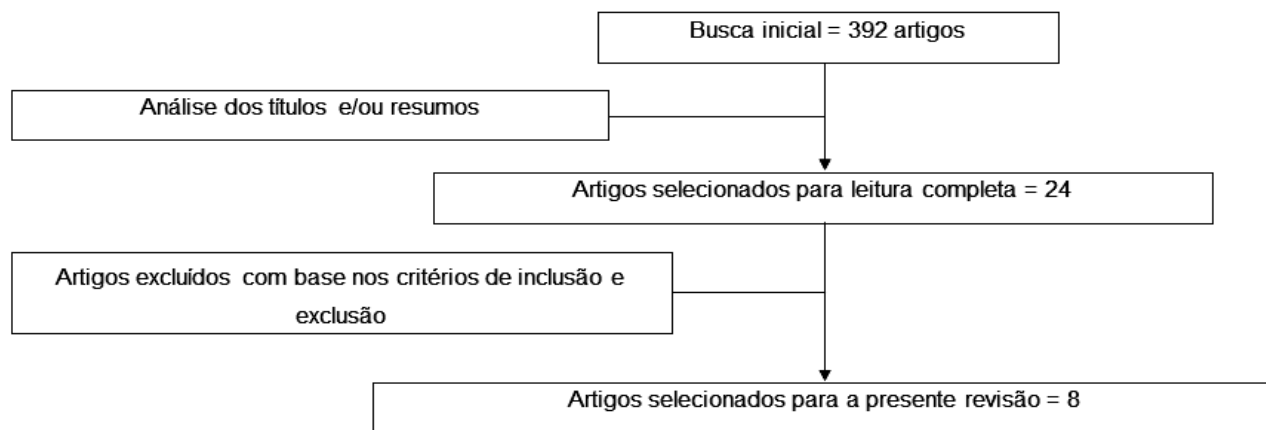


Figura 1. Resumo da busca eletrônica da literatura

Tabela 1. Alterações em Força e hipertrofia muscular utilizando diferentes frequências no TRFS

Estudos	Anostrata	Protocolo de treino	Duração em semanas	Frequência (sessões por semana)	Total de sessões	% de mudança de AST	% de mudança de 1RM	% de mudança de AST por sessão	% de mudança de 1RM por sessão
Abe et al. ¹⁶	16 H/D	Agachamento e extensora / 20% 1RM, 3 séries de 15 repetições	2	12	24	7,8	17	0,3	0,7
Fujita et al. ¹⁷	16 H/D	Extensora / 20% 1RM, uma série de 30 repetições + 3 séries de 15 repetições	1	12	12	2,4	6,7	0,2	0,6
Yasuda et al. ²¹	5 H/D	Agachamento e extensora / 20% 1RM, 3 séries de 15 repetições	2	12	24	7,8	14	0,3	0,6
Laurentino et al. ¹³	29 H/D	Extensora / 20% 1RM, 3 séries de 15 repetições	8	2	16	6,3	40	0,4	2,5
Madarame et al. ²³	15 H/D	Extensora e flexora / 30% 1RM, uma série de 30 repetições + 2 séries de 15 repetições	10	2	20	5,2	19,5	0,3	1,0
Madarame et al. ²⁴	17 H/D	Agachamento / 30% 1RM, uma série de 30 repetições + 3 séries de 15 repetições	10	2	20	8,3	19,3	0,4	1,0
Barcelos et al. ²⁵	47 H/D	Extensora até a falha muscular a) uma série a 20% 1RM b) 3 séries a 20% 1RM c) uma série a 50% 1RM d) 3 séries a 50% 1RM	8	2	16	a: 4,6 b: 4,8 c: 2,4 d: 3,8	a: 26,6 b: 21,6 c: 20,6 d: 20,9	a: 0,3 b: 0,3 c: 0,1 d: 0,2	a: 1,7 b: 1,4 c: 1,3 d: 1,3
Lixandão et al. ²⁶	26 H/D	Extensora / 2-3 séries de 15 repetições a 20 ou 40% 1RM e pressões restritivas a 40 ou 80%	12	2	24	a: 0,8 b: 3,2 c: 4,4 d: 5,3	a: 10,3 b: 13,2 c: 12,2 d: 12,7	a: 0,03 b: 0,1 c: 0,2 d: 0,2	a: 0,4 b: 0,5 c: 0,5 d: 0,5

Legenda: H/D – Homens desentrenados; AST – Área de secção transversa do músculo; 1RM - Uma repetição máxima

Efeitos da Frequência do TFRFS sobre a Força Muscular

Comumente o TF tradicional tem sido prescrito utilizando um intervalo entre as sessões de 48 a 72 horas com uma frequência de 2-3 vezes na semana^{1,6-8}.

Por outro lado, quando aplicado o TFRFS, a ausência de dano muscular^{11,16-20,27} tem contribuído para o aumento da frequência de realização desse treino na semana^{14,16,17,21,22}. Apesar disso, até o momento não há um consenso estabelecido sobre a frequência de treinamento ideal para maximizar os ganhos de força quando se trata do TFRFS.

De acordo com a análise dos resultados do presente estudo (Tabela 1), verificamos que a força muscular por sessão de treino parece ser maior para frequência de 2 sessões por semana (1,0% por sessão [faixa de 0,4 a 2,5%]), em comparação com a frequência de 12 sessões por semana (0,6% por sessão [faixa de 0,6 a 0,7%]).

Uma possível explicação para esses achados pode ser devido a baixa contribuição da adaptação neural no TFRFS. Alguns estudos ao investigarem as adaptações neurais resultante do TFRFS, usando algumas técnicas como a twitch interpolation, eletromiografia, onda V e reflexo H, não observaram mudanças nesses parâmetros após 4 semanas²⁸ ou 8-12 semanas de treinamento^{12,29}. Deste modo, no período inicial do TFRFS, é possível que o aumento da força muscular seja resultante dos ganhos de massa muscular já evidenciado nesse período e menos influenciado pelas adaptações neurais. Portanto, parece plausível sugerir que para obtenção de ganhos ótimos de força, o TFRFS deva ser realizado por um período de tempo maior, independentemente da frequência semanal utilizada, tal como os efeitos positivos demonstrados em treinamento com duração entre 8-12 semanas^{13,23-26}. Entretanto, poucos estudos têm explorado os mecanismos responsáveis pelas adaptações neurais do TFRFS^{12,28,29}, sendo necessárias novas pesquisas para elucidar esse assunto.

Efeitos da Frequência do TFRFS sobre a Hipertrofia Muscular

Em relação ao ganho de massa muscular, os resultados obtidos através da presente revisão (Tabela 1) mostraram que os ganhos são similares entre as frequências de duas vezes por semana (0,3% por sessão [faixa de 0,03 a 0,4%]) e de duas vezes por dia (0,3% por sessão [faixa de 0,2 a 0,3%]).

Cabe ressaltar que apesar da similaridade nos resultados, maiores frequências de TFRFS apresentam vantagens quando o objetivo é obter o aumento de massa muscular de maneira mais rápida. Isso fica evidente ao compararmos, por exemplo, dois desses estudos, em que após a realização de 12 semanas (24 sessões) de TFRFS obteve-se 0,3% de aumento da AST por sessão²⁶, enquanto que esse mesmo resultado em hipertrofia foi alcançado em outro estudo utilizando apenas 2 semanas (24 sessões)¹⁶. Assim, os resultados da presente revisão sugerem que o aumento da frequência semanal no TFRFS para o mesmo grupo muscular pode favorecer

iniciantes que desejam obter ganhos de massa muscular em curto prazo.

Apesar dos benefícios supracitados do TFRFS, recentemente foi sugerido que a hipertrofia muscular obtida nas primeiras semanas do TF ocorre em conjunto com um edema muscular e não somente pelo aumento de proteína contrátil³⁰. Os respectivos pesquisadores, entretanto, verificaram esses resultados ao utilizarem o TF de alta intensidade, cujo edema ocorreu provavelmente em consequência do dano muscular. É possível, então, que isso não aconteça quando realizado o TFRFS, visto que vários estudos com TFRFS^{11,16-20,27} não observaram aumento nos indicadores de dano muscular. Adicionalmente Farup et al.¹⁹, observaram após seis semanas que o aumento da AST ocorria paralelamente com um inchaço muscular (aumento da espessura muscular), contudo, 48 horas após a última sessão de treino esse inchaço desaparecia. Vale destacar ainda que após a realização de 2 semanas do TFRFS executado 2 vezes ao dia e todos os dias, Yasuda et al.²¹ constataram além de um ganho de 7,8% na AST do músculo, um aumento de 27,6% da AST das fibras do tipo II e 5,9% para fibras do tipo I, reforçando a hipótese de que o aumento inicial da AST seja de fato resultado da hipertrofia muscular.

Portanto, é possível que o aumento da AST obtido apenas em uma ou duas semanas decorrente do TFRFS seja realmente hipertrofia muscular e não edema; embora, sejam necessários novos estudos para confirmar isso.

Conclusão

Com base nos resultados da presente revisão de literatura, verificamos que a frequência de 2 vezes por semana parece ser melhor do que 2 vezes por dia para o aumento da força muscular no TFRFS. Porém, é preciso deixar claro que nesse caso a duração de treino para quem realizou 2 vezes por semana, foi muito superior à de quem treinou 2 vezes por dia (8 a 12 semanas versus 1 a 2 semanas, respectivamente). Desta maneira, é possível que a aumento da força tenha sido prejudicado para a frequência de 2 vezes no dia por conta de um período de treinamento menor, o que pode estar relacionado a menor contribuição da adaptação neural. Em relação ao aumento de AST, parece bem claro que a frequência de 2 vezes por semana e 2 vezes por dia, tiveram ganhos similares, deste modo, seria possível obter ganhos de massa muscular em um período de tempo mais curto com o aumento da frequência de TFRFS.

Referências

1. 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; 41(3):687-708.
2. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(11): S52-S69.
3. Nosaka K, Newton M. Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(1):63-9.

4. Nogueira FR, Libardi CA, Vechin FC, Cavaglieri CR, Chacon-Mikahil MP. Comparison in responses to maximal eccentric exercise between elbow flexors and knee extensors of older adults. *J Sci Med Sport*. 2002;17(1):91-5.
5. Damas F, Phillips SM, Libardi CA, Vechin FC, Lixandrão ME, Jannig PR, et al. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *J Physiol*. 2016;594(18):5209-22.
6. Krentz JR, Farthing JP. Neural and morphological changes in response to a 20-day intense eccentric training protocol. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(2):333-40.
7. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2003;35(3):456-64.
8. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2016;46(11):1689-97.
9. Phillips SM. Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? *Can J Appl Physiol*. 2000;25(3):185-93.
10. Seynnes OR, Boer M, Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol*. 2007;102(1):368-73.
11. Takarada Y, Nakamura Y, Onda T, Miyazaky S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol*. 2000;88(1):61-5.
12. Kubo K, Komuro T, Ishiguro N, Tsunoda N, Sato Y, Ishii N, et al. Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. *J Appl Biomech*. 2006;22(2):112-9.
13. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Neves MJ, Aihara AY, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(3):406-12.
14. Marquez TB, Teixeira EL, Hespanhol KC. Efeito do treinamento de força de baixa intensidade com oclusão vascular em mulheres treinadas. *An Prod Acad Docente*. 2011;5(14):27-36.
15. Ellefsen S, Hammarstrom D, Strand TA, Zacharoff E, Whist JE, Rauk I, et al. Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2015;309(7): R767-R79.
16. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *Int J Kaatsu Training Res*. 2005;1(1):6-12.
17. Fujita T, Brechue W F, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *Int J Kaatsu Train Res*. 2008;4(1):1-8.
18. Goldfarb AH, Garten RS, Chee PDM, Cho C, Reeves GV, Hollander DB, et al. Resistance exercise effects on blood glutathione status and plasma protein carbonyls: influence of partial vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol*. 2008;104(5):813-9.
19. Farup J, de 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.
20. Madarame H, Kurano M, Fukumura K, Fukuda T, Nakajima T. Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013;33(1):11-7.
21. Yasuda T, Abe T, Sato Y, Midorikawa T, Kearns CF, Inoue K, et al. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *Int J Kaatsu Training Res*. 2005;1(2):65-70.
22. 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(17):4351-61.
23. Madarame H, Neva M, Ochi E, Nakazato K, Sato Y, Ishii N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(2):258-63.
24. Madarame H, Ochi E, Tomioka Y, Nakazato K, Ishii N. Blood flow-restricted training does not improve jump performance in untrained young men. *Acta Physiol Hung*. 2011;98(4):465-71.
25. Barcelos LC, Nunes PR, Souza LR, Oliveira AA, Furlanetto R, Marocolo M, et al. Low-load resistance training promotes muscular adaptation regardless of vascular occlusion, load, or volume. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(7):1559-68.
26. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Laurentino GO, 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.
27. Clark BC, Manini TM, Hoffman RL, Williams PS, Guiler MK, Knutson MJ, et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scan J Med Sci Sports*. 2011;21(5):653-62.
28. Colomer-Poveda D, Romero-Arenas S, Vera-Ibáñez A, Viñuela-García M, Márquez G. Effects of 4 weeks of low-load unilateral resistance training, with and without blood flow restriction, on strength, thickness, V wave, and H reflex of the soleus muscle in men. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(7):1339-47.
29. Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. Neuromuscular adaptations in humans muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92(4-5):399-406.
30. Damas F, Phillips SM, Lixandrão ME, Vechin FC, Libardi CA, Roschel H, et al. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(1):49-56.

Endereço para correspondência:

Emerson Luiz Teixeira
 Rua Prof. Emydio da Fonseca Teles, 160, Ap 101, Vila Sta Catarina
 São Paulo-SP, CEP 04372-140
 Brasil
 E-mail: emerson_teixeira2014@usp.br

Recebido em 17 de abril de 2018
 Aceito em 31 de julho de 2018