

O EDEMA MUSCULAR INDUZIDO PELO TREINAMENTO COM OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL É DEPENDENTE DA INTENSIDADE? UM ESTUDO PILOTO

Iván Chulvi-Medrano¹, Sergio Benito Hernández¹
Manuel Rodríguez Pérez², Cauê Vazquez La Scala Teixeira³

RESUMO

Introdução: O treinamento resistido com oclusão vascular parcial (OVP) é um método alternativo de treinamento que proporciona adaptações estruturais e funcionais que tem sido associada às respostas agudas de edema muscular. No entanto, a intensidade ótima para indução do edema muscular permanece desconhecida. O objetivo do estudo foi comparar a influência de diferentes intensidades de treinamento com OVP sobre as respostas agudas de perímetro e composição corporal do bíceps braquial. **Materiais e métodos:** Para isso, dez homens (21,0 ± 1,3 anos) foram recrutados e submetidos a treinamento com OVP (130% da pressão arterial sistólica), realizando 3 séries até a falha concêntrica em duas sessões com intensidades distintas, separadas entre si por uma semana: 30% e 70% 1RM. Foram avaliados perímetro do braço, porcentagem de massa muscular e conteúdo de água. **Resultados:** O perímetro do braço aumentou significativamente ($p \leq 0.001$) após sessão de treino com 30% (34,16 ± 0,95 cm) e 70% 1RM (34,06 ± 0,93 cm). A quantidade percentual de água aumentou (30%: 5,33 ± 1,26%; 70%: 6,02 ± 1,53%), mas as diferenças não foram significativas. Finalmente, não foram observadas diferenças na porcentagem de massa muscular. **Conclusão:** Os resultados suportam a utilização de cargas baixas (30% 1RM) para o treinamento com OVP para induzir edema muscular agudo em homens jovens e saudáveis. Futuras investigações devem avaliar os efeitos agudos do edema muscular através de técnicas mais sofisticadas (ex. ultrassom, ressonância magnética), bem como buscar associar as respostas agudas com adaptações crônicas de hipertrofia muscular.

Palavras-chave: Kaatsu. Oclusão Vascular. Hipertrofia Muscular. Edema Muscular.

1-Benestar Wellnes Center, Valencia, Espanha.

ABSTRACT

Does muscle edema cell swelling neuromuscular partial occlusion superimposed training-induced depends on the intensity? A pilot study

Introduction: Resistance training with partial vascular occlusion (PVO) is an alternative training method that provides improvements in structural and functional adaptations and in strength levels that have been associated with the achievement of acute responses of muscle cells swelling. However, the optimum intensity to induce this cell swelling in muscle is unknown. The aim of study was to compare the acute responses on the perimeter biceps brachii and body composition with different intensities of PVO. **Methods:** To this end, 10 healthy men (21 ± 1.3 years) were recruited to conduct a neuromuscular training consisting of 3 sets to muscle failure with PVO (130% of systolic blood pressure) at 30% and 70% 1RM separated by one week. Were assessed changes in the perimeter of the biceps, the percentage of muscle mass and water content. **Results:** The biceps circumference increased significantly ($p \leq 0.001$) after PVO 30% (34.16 ± 0.95 cm) and 70 % (34.06 ± 0.93 cm). The amount of water was increased (5.33 ± 30% 1.26 %, 6.02 ± 70% 1.53%) but the differences were not significant. Finally, no changes were recorded in the percentage of muscle mass. **Conclusion:** The findings support the use of neuromuscular training PVO with low intensity (30% 1RM) to generate acute muscle cell swelling in healthy young subjects. Future research should evaluate the acute effects of muscle edema with gold standard techniques such as ultrasound, and associated the acute responses with chronic adaptations of muscular hypertrophy.

Key words: Kaatsu. Vascular Occlusion. Muscle Hypertrophy. Cell Swelling.

2-University of Almería, Almería, Espanha.
3-Universidade Federal de São Paulo, Santos, Brasil.

INTRODUÇÃO

O treinamento para melhora da aptidão neuromuscular tem demonstrado ser eficaz tanto para o aumento do rendimento desportivo (McGuigan e colaboradores, 2012) como para melhora de parâmetros de saúde (Pollock e colaboradores, 2000; Garber e colaboradores, 2011).

De fato, a produção científica das últimas décadas enfatiza que as adaptações obtidas com esse tipo de treinamento incluem melhora sobre diversos sistemas e tecidos:

a) sistema neuromuscular (aumento da secção transversa do músculo esquelético, assim como sua capacidade contrátil);

b) tecido ósseo (aumento da densidade mineral óssea);

c) sistema cardiovascular (auxilia na melhora do perfil lipídico, controle da pressão arterial e melhora geral do sistema cardiovascular);

d) perfil metabólico (aumento da sensibilidade à insulina e controle glicêmico);

e) esfera psicobiológica (aumento da autoestima e sensação de bem estar) (Pollock e colaboradores, 2000; Garber e colaboradores, 2011).

Recomendações sugerem que o treinamento neuromuscular deva ser iniciado com frequências semanais baixas (2 a 3 dias por semana), selecionando entre 8 a 12 exercícios que contemplem o trabalho dos principais grupos musculares, realizando entre 1 e 4 séries com uma zona de repetições que varia entre 8 e 12 e intensidade entre 40 e 80% de 1 repetição máxima (1RM).

No entanto, com o avançar do treinamento, recomenda-se uma progressão da intensidade para que as adaptações continuem a ocorrer (Garber e colaboradores, 2011).

Com o objetivo de enfatizar a hipertrofia muscular, sugere-se a utilização de intensidades elevadas, como 80 a 95% 1RM (Fry, 2004), ou acima de 60% 1RM (Garber e colaboradores, 2011).

Todavia, determinadas situações impedem a utilização de cargas elevadas no treinamento (Chulvi, 2011). Para essas situações, o treinamento resistido com oclusão vascular parcial (OVP) tem sido proposto recentemente como alternativa para melhorar

parâmetros estruturais e funcionais em níveis semelhantes ao treinamento com cargas elevadas, porém com a utilização de cargas leves (20 a 50% 1RM) (Loenneke e Pujol, 2009; Chulvi, 2011; Teixeira, 2014).

Esta forma de treinamento adota a utilização de torniquete, bandas elásticas ou manguitos infláveis (pressurizados) colocados na parte proximal dos membros, no intuito de proporcionar uma pressão que visa reduzir parcialmente o fluxo venoso da região exercitada (Pope e colaboradores, 2013; Teixeira, 2014).

Dados prévios da literatura permitem concluir que o treinamento resistido com OVP oferece uma alternativa eficaz para proporcionar adaptações hipertróficas (Loenneke e Pujol, 2009), principalmente em decorrência do aumento do estresse metabólico (Pearson e Hussain, 2014; Teixeira, 2014).

No entanto, os mecanismos que explicam essa adaptação ainda não são conclusivos, considerando também que os mecanismos fisiológicos associados à hipertrofia muscular permanecem parcialmente desconhecidos (Schoenfeld, 2010).

Porém a hipótese do edema muscular e sua influência sobre a hipertrofia tem recebido bastante importância na literatura (Schoenfeld, 2010, Pearson e Hussain, 2014; Schoenfeld e Contreras, 2014), especialmente como mecanismo que explica as adaptações estruturais do treinamento com OVP (Yasuda e colaboradores, 2012).

São escassos, porém, estudos que compararam os efeitos de um programa convencional de treinamento resistido com OVP sobre a resposta aguda de perímetro e edema muscular.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar as diferenças sobre perímetro, composição corporal e quantidade de água no braço que exerceu um programa de treinamento com OVP com características idênticas de oclusão, mas com diferentes cargas externas (intensidades).

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra foi constituída por 10 homens (Idade: 21,0 ± 1,3 anos; Índice de Massa Corporal: 24,0 ± 2,1 Kg/m²), saudáveis e fisicamente ativos (mínimo de um ano de

experiência com treinamento resistido). Os critérios de exclusão foram:

a) lesão ortopédica no braço que efetuará a intervenção;

b) ser incapaz de assumir que durante o período de investigação, não poderia ingerir substâncias estimulantes ou diuréticas, nem praticar esforço físico extenuante para os membros superiores, além de não modificar seus padrões alimentares.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidad de Almería, Espanha. Os sujeitos foram devidamente informados sobre os procedimentos experimentais, assim como dos possíveis riscos e benefícios do protocolo. Todos leram e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

A investigação respeitou os procedimentos experimentais com seres humanos estabelecidos na declaração de Helsinki.

Desenho experimental

O estudo foi desenhado para responder se a intensidade do treinamento resistido com OVP é uma variável importante para induzir resposta aguda de edema muscular. Para isso, os sujeitos realizaram três visitas ao laboratório.

A primeira visita serviu para assinatura do TCLE, realização do teste indireto de força máxima para o braço dominante, aferição de medidas antropométricas, composição corporal, pressão arterial sistólica (PAS) no braço dominante e realização de uma sessão de familiarização com o treinamento proposto com OVP.

Na segunda e terceira visitas, aplicou-se de forma randomizada um dos protocolos experimentais no exercício de flexão de cotovelo unilateral com amplitude de movimento completa e OVP. Para cada uma das visitas, utilizou-se intensidades diferentes: 30 e 70% de 1RM. Ao finalizar cada protocolo, as avaliações feitas no primeiro dia foram repetidas.

Adotou-se intervalo de descanso de 7 dias entre os protocolos para evitar possíveis interferências.

Os sujeitos foram instruídos para que durante o período da pesquisa, não ingerissem substâncias estimulantes ou diuréticos, não fizessem esforço físico extenuante com os

membros superiores e não modificassem seus hábitos alimentares.

Teste indireto de força máxima

Por tratar-se de um exercício uniarticular, unilateral, que envolve pequenos grupos musculares, optou-se pela realização do teste indireto para estimar a força máxima, aplicando a fórmula de Epley (1985):

$$1RM = (0,0333 * \text{número de repetições até a falha } [> 10] * \text{quilogramas}) + \text{quilogramas}$$

Características antropométricas

A massa corporal foi medida com uma balança digital com impedância elétrica tetrapolar, seguindo as indicações para sua aplicação (Tanita bc-418, Netherlands).

A medida de perímetro de braço foi realizada com os sujeitos em posição bípede, aplicando fita antropométrica 8 cm acima do cotovelo, seguindo protocolo de ISAK (Marfell-Jones e colaboradores, 2006).

Intervenção

O protocolo experimental consistiu na realização de um exercício de flexão de cotovelo unilateral (braço dominante) com amplitude de movimento completa, realizado até a falha concêntrica, com intensidade equivalente a 30% e 70% de uma repetição máxima (1RM) e repetido por 3 séries, com intervalo de 60 segundos entre séries.

A cadência de execução foi controlada através de metronomo digital, sendo estabelecido padrão de velocidade de 2:2 (2 segundos para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica).

A pressão exercida pelo manguito foi calculada com base nos valores de PAS, aplicando-se 130% da PAS para cada indivíduo. A oclusão foi intermitente, pois durante o intervalo entre as séries, o manguito foi desinflado (Tabela 1).

Tratamento estatístico

Os resultados são apresentados como média e desvio padrão. A normalidade da amostra foi comprovada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Para análise inferencial das variáveis, utilizou-se

ANOVA para medidas repetidas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0.05$). Utilizou-se software SPSS 17.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL).

RESULTADOS

A análise inferencial revelou que não existiram diferenças significativas na

porcentagem de massa muscular do braço entre as condições basal e pós ($p = 0,33$).

Quanto ao conteúdo de água, apesar de não ser observada diferença significativa, houve tendência de aumento ($p = 0,051$).

Por sua vez, o perímetro do braço aumentou significativamente nas duas condições de intensidade em relação ao basal ($p \leq 0.001$) (Tabela 2). Não foram observadas diferenças entre as intervenções.

Tabela 1 - Características dos modelos experimentais aplicados no estudo.

Sujeitos	Pressão exercida (OVP) em ambos os protocolos (mmHg)	Repetições por série							
		30 % 1RM				70 % 1RM			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	M	1 ^a	2 ^a	3 ^a	M
1	156,00	25	22	20	22,4	12	10	9	10,4
2	169,00	20	16	18	18,0	9	10	9	9,4
3	183,30	19	17	17	17,7	8	7	6	7,0
4	197,60	15	15	12	14,0	9	10	10	9,7
5	174,20	21	22	20	21,0	11	11	9	10,4
6	154,70	26	24	20	23,4	14	12	12	12,7
7	193,70	16	15	12	14,4	8	7	7	7,4
8	166,40	19	20	16	18,4	12	13	11	12,0
9	162,50	23	24	21	22,7	14	11	9	11,4
10	150,80	26	24	20	23,4	13	10	7	10,0
M	170,80	21,0	19,0	17,6	19,5	11,0	10,1	8,9	10,0
DP	16,26	3,9	3,8	3,3	3,6	2,4	1,9	1,9	1,8

Legenda: mmHg: milímetros de mercúrio; M: média; DP: desvio-padrão.

Tabela 2 - Comparação dos valores de composição corporal do braço entre os momentos basal e pós, nas condições de treinamento com 30% e 70 % 1RM com OVP.

Variáveis	Basal	Pós	
		30% 1RM	70% 1RM
Perímetro de braço (cm)	32.6 ± 2.87	34.16 ± 3.02*	34.06 ± 2.95*
Conteúdo de água (%)	5.04 ± 1.02	5.33 ± 1.26	6.02 ± 1.53
Conteúdo magro (%)	78.22 ± 3.16	78.55 ± 2.97	78.33 ± 3.23

Legenda: *diferença significativa em relação ao Basal.

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo piloto foi comparar os efeitos agudos sobre edema muscular provocado pelo treinamento resistido com OVP entre intensidades de 30 e 70% 1RM.

O principal achado do presente foi que o perímetro do braço aumentou de forma aguda em ambos os protocolos de OVP, enquanto que o conteúdo de água mostrou uma tendência de aumento. Estes resultados sugerem que a hipertrofia transitória poderia estar associada com alterações no fluxo de

plasma para o músculo, aumentando a hidratação intracelular e, assim, ativando processos anabólicos associados (Schoenfeld, 2013; Schoenfeld e Contreras, 2014).

Além disso, observou-se que em condições de OVP, baixas e altas intensidades provocam modificações agudas semelhantes nas variáveis analisadas. Estes resultados confirmam as recomendações recentemente publicadas sobre treinamento resistido com OVP, sugerindo a utilização de cargas que variam entre 20 e 50% 1RM para obter aumentos na área de secção transversa do

músculo esquelético (Fash e colaboradores, 2012; Pope e colaboradores 2013).

Da mesma forma, estes dados estão de acordo com os expostos por Laurentino e colaboradores (2008), que após um período de intervenção, observaram que a utilização de cargas de 80% de 1RM no treinamento com OVP não proporcionava benefícios adicionais sobre força e hipertrofia em relação às baixas cargas.

Além disso, recentemente, Burd e colaboradores (2010) sugeriram que o treinamento com baixa intensidade e elevado volume pode ser mais efetivo induzir anabolismo agudo.

Portanto, parece lógico pensar que o edema muscular e a resposta anabólica aguda desencadeada pelo treinamento com OVP são respostas importantes e que parece não estar associadas à intensidade (carga levantada) nesse tipo de treinamento.

Cabe ressaltar que as limitações do presente estudo se concentraram, principalmente, nos instrumentos e métodos de avaliação, conseqüentemente, em futuras pesquisas, sugere-se a utilização de recursos padrão-ouro para analisar as mesmas variáveis.

Além disso, faz-se necessário confirmar se o edema muscular agudo induzido pelo treinamento com OVP está associado com a hipertrofia muscular em médio e longo prazo, considerando ser essa uma hipótese levantada por alguns autores (Schoenfeld, 2013; Schoenfeld e Contreras, 2014).

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados do presente estudo, podemos concluir que a aplicação do treinamento com OVP utilizando intensidades baixas (30% 1RM) induz edema muscular, sendo que a utilização de cargas elevadas não traz efeitos adicionais nas variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

1-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. p. e12033. 2010.

2-Chulvi, I. Resistance training combined with superimposed partial occlusion. A review. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. Vol. 4. Num. 3. p. 121-128. 2011.

3-Epley, B. Pounding chart. In: Boyd Epley Workout. Lincoln, NE. Body Enterprises. 1985. p. 86.

4-Fash, C.H.A.; Loenneke, J.P.; Rossow, L.M.; Thiebaud, R.S.; Bembem, M.G. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology*. Vol. 1. p. 14-22, 2012.

5-Fry, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*. Vol. 34. Num. 10. p. 663-679, 2004.

6-Garber, C.E.; Blissmer, B.; Deschenes, M.; Franklin, B.; 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: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 43. Num. 7. p. 1334-1359. 2011.

7-Laurentino, G.; 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. p. 664-667. 2008.

8-Loenneke, J.P.; Pujol, T.J. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*. Vol. 31. Num. 3. p. 77-84. 2009.

9-Marfell-Jones, M.; Olds, T.; Stewart, A.; Carter, L. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, South Africa. ISAK. 2006.

10-McGuigan, M.R.; Wright, G.A.; Fleck, S.J. Strength training for athletes: does it really help sports performance? *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 7. Num. 1. p. 2-5. 2012.

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.rbpfex.com.br

11-Pearson, S.J.; Hussain, S.R. A review of the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine*. sep 24. 2014.

12-Pollock, M.L.; Franklin, B.A.; Balady, G.J.; Chaitman, B.L.; Fleg, J.L.; Fletcher, B.; Limacher, M.; Piña, I.L.; Stein, R.A.; Williams, M.; Bazzarre, T. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: Benefits, rationale, safety, and prescription an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology, American Heart Association. *Circulation*. Vol. 101. p. 828-833. 2000.

13-Pope, Z.K.; Willardson, J.M.; Schoenfeld, B.J. Exercise and blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 27. Num. 10. p. 2914-2926. 2013.

14-Schoenfeld, B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Num. 10. p. 2857-2872. 2010.

15-Schoenfeld, B.J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine*. Vol. 43. Num 3. p. 179-194. 2013.

16-Schoenfeld, B.J.; Contreras, B. The muscle pump: potential mechanisms and applications for enhancing hypertrophic adaptations. *Strength and Conditioning Journal*. Vol. 36. Num. 3. p. 21-25. 2014.

17-Teixeira, C.V.L.S. Métodos avançados de treinamento para hipertrofia. São Vicente. Edição do autor. 2014.

18-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. p. e52843. 2012.

Email:

ivanchulvi@benestarcenter.com

Endereço para correspondência:

Iván Chulvi Medrano

Departamento de Actividad Física y Salud

Benestar Wellness Center

C/Comedias 16

Télefono + 34 677 222 952

Recebido para publicação 20/10/2014

Aceito em 18/03/2015