

Revisão

Benefícios dos exercícios excêntricos e concêntricos dentro do programa de fortalecimento muscular

Effectiveness of the eccentric and concentric exercises inside of a muscular program of strengthening

Lygia Paccini Lustosa, M.Sc.*, Douglas José da Silva Michel**, Gabriel Sanábio Martelli**, Janaína Iara Moreira Costa**, Roberto Lopes Santoro Neiva**

.....
*Professora do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH), ** Fisioterapia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH

Resumo

Os exercícios concêntricos e excêntricos são utilizados com o propósito de ganho de força, prevenção de lesões e para melhorar o desempenho funcional dos indivíduos. A escolha desses exercícios dentro de um programa de treinamento depende de vários fatores. O objetivo deste estudo foi verificar, através de uma revisão bibliográfica, os benefícios das contrações concêntrica e excêntrica no trabalho de fortalecimento muscular. Utilizou-se as bases de dados Medline e Cochrane, com as palavras-chaves: *strength, concentric, eccentric, training, maximal force, exercise*. Os critérios de inclusão foram artigos publicados no período de 1995 a 2005; nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa; estudos em modelo humano, na faixa etária de 18 a 45 anos e sem restrição de gênero. Existem evidências que os exercícios excêntricos causam maior dor muscular tardia e um processo inflamatório reacional após a sua execução, mas com uma adaptação rápida do tecido que possibilitará a sua utilização com cargas altas e com ganhos musculares satisfatórios e rápidos. As contrações concêntricas promovem também um aumento da força e da hipertrofia muscular, mas demonstram um maior consumo de oxigênio e um maior tempo no ganho de força muscular, quando comparadas ao exercício excêntrico.

Palavras-chave: exercícios fisioterapêuticos, métodos de fortalecimento, revisão da literatura.

Abstract

The concentric and eccentric exercises are used with the purpose of increasing muscle strength, injuries preventions and to improve individuals' functional performance. The choice of including these exercises on a training program depends on many factors. The objective of this study was to verify, through a bibliographical review, the effects of concentric and eccentric contractions on muscle strength. It was used Medline and Cochrane databases using as key-words: *strength, concentric, eccentric, training, maximal forces, exercise*. The studies were selected based on the following inclusion criteria: Brazilian studies published between 1995 and 2005, in English, Spanish and Portuguese languages; human model studies, average 18 to 45 years, in both the sex. There are evidences that eccentric exercises cause more delayed-onset muscle pain and an inflammatory reaction process after performance. However, tissue fast adaptation occurs, and that makes possible the use of this type of activity, with accentuated loading and with satisfactory and fast muscle strength. The concentric contractions also promote an increase of muscle strength and muscular hypertrophy, but with higher oxygen consumption and a longer period to increase muscle strength when compared with eccentric exercises.

Key-words: exercise therapy, strengthening methods, literature review.

Introdução

Atualmente, são propostos vários programas de fortalecimento muscular com o propósito de ganho de força, prevenção de lesões e melhora do desempenho funcional, seja para atletas de alto nível ou para praticantes de atividades física

em geral [1,2]. Os programas estabelecidos para cumprir esses objetivos são baseados em diversos fatores. A escolha dos exercícios leva em conta a condição física do indivíduo, o tipo de atividade que realiza, características antropométricas e nutricionais, disponibilidade de horário para a realização de programas de exercícios diários ou semanais e variam ainda, de

Recebido em 16 de janeiro de 2006; aceito em 12 de março de 2007.

Endereço para correspondência: Lygia Paccini Lustosa, Rua Álvares de Azevedo, 122, Colégio Batista, 31110-290 Belo Horizonte MG, Tel: (31) 3444 6328, E-mail: lpaccini@horizontes.net

acordo com o profissional que o desenvolve [3]. Esse programa pode ser baseado em exercícios que utilizam a contração excêntrica ou a contração concêntrica, ou ainda, a associação das mesmas [4-6]. Existem alguns preceitos que são a base para a escolha do tipo de contração, mas a eficácia de cada uma delas ainda não é bem estabelecida [2,3]. Dessa forma, vários autores procuram encontrar e determinar evidências de qual tipo de contração deve ser a mais eficaz para as diversas situações da prática clínica [3,7,8].

Proske *et al.* [7] e Glesson *et al.* [9] definiram que durante os exercícios excêntricos a contração muscular faz com que o músculo alongue e durante os exercícios concêntricos a contração muscular faz com que o músculo encurte. Para os autores, a contração concêntrica deve ser utilizada para iniciar os movimentos e a contração excêntrica para reduzir a velocidade ou parar o movimento. Hortobagyi *et al.* [8], após um estudo realizado em mulheres jovens, as quais realizaram exercícios concêntricos e excêntricos, separadamente, durante 8 semanas, concluíram que, exercícios através da contração excêntrica apresentaram benefícios maiores e em menor tempo de treinamento que os exercícios que utilizaram a contração concêntrica. Esses autores, assim como outros, discutiram esses benefícios em relação aos fatores mecânicos e neurais desencadeados por cada uma dessas contrações [8,10]. No entanto, apesar de apresentar indícios de ser mais eficaz, existem evidências que esse tipo de contração produz uma dor muscular após a sua realização, podendo até mesmo ser lesiva ao tecido muscular [7,11].

Em relação aos exercícios concêntricos, alguns autores estabeleceram que esse tipo de atividade promove aumento de força e hipertrofia muscular [3,9], devido ao aumento da área de secção transversa e melhor ativação neural do grupo muscular trabalhado [9]. No entanto, a eficácia dos exercícios ainda não é bem esclarecida na literatura. Mesmo ocorrendo controvérsias em relação ao melhor tipo de contração a ser utilizada na prática clínica, exercícios excêntricos e exercícios concêntricos são bastante utilizados em academias e clubes e algumas vezes de forma aleatória. Os parâmetros que são observados variam de acordo com o número de séries, número de repetições, velocidade, tempo de descanso entre as séries e carga a ser utilizada [2,3,9,12]. Esses critérios baseiam-se no objetivo do indivíduo ou do atleta e na necessidade do mesmo para a especificidade da tarefa que realiza.

Dessa forma, estudos mais aprofundados dos benefícios de cada uma dessas contrações – excêntrica e concêntrica – devem ser realizados, no intuito de estabelecer qual o melhor tipo de exercício adequado na utilização dos programas de fortalecimento muscular e os parâmetros a serem observados para cada um deles.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar, através de uma revisão bibliográfica, os benefícios das contrações concêntrica e excêntrica no trabalho de fortalecimento muscular.

Materiais e métodos

Para a revisão bibliográfica foi consultado o portal da Bireme (www.bireme.br) e as bases de dados: Medline, Lilacs e Cochrane. As palavras-chaves utilizadas foram: strength, concentric, eccentric, training, maximal force, exercise. Considerou-se como critérios de inclusão os artigos publicados no período de 1995 a 2005, nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa; estudos realizados em modelo humano, na faixa etária de 18 a 45 anos, sem restrição de gênero. Os estudos que não preencheram esses critérios foram considerados excluídos. O total de artigos encontrados nas primeiras buscas foi de 420 títulos. Esses títulos foram selecionados pelos pesquisadores permanecendo 130 para a leitura dos abstracts. A partir dessa leitura, selecionou-se 30 artigos que foram lidos na íntegra para essa revisão.

Discussão

Os exercícios concêntricos e excêntricos são discutidos na literatura quanto a sua eficácia. Vários autores compararam os tipos de contração, procurando identificar quais os efeitos produzidos, a carga utilizada e a resposta tanto pós-atividade quanto a permanência do ganho muscular [2,12-17]. No entanto, existem ainda várias controvérsias. Lastayo *et al.* [2], em um estudo de 6 semanas, com 9 indivíduos saudáveis, divididos em grupos concêntrico e excêntrico, observaram que nas três primeiras semanas não houve diferença no ganho de força entre os grupos, porém, após esse período, o ganho no grupo excêntrico foi maior, produzindo altas tensões no músculo, com baixo consumo de oxigênio. Esses resultados também foram observados e confirmados por outros autores [2,3,8,9,12-22]. No estudo de Lastayo *et al.* [2] foi analisada a resposta tecidual após a realização de repetidas sessões com exercícios excêntricos. Esses autores demonstraram, ainda, que o músculo adapta-se ao esforço após algumas sessões, tornando a partir daí a recuperação mais rápida e, conseqüentemente, ocorrendo diminuição da dor pós-atividade [2,12].

A maioria dos autores que estudaram e compararam os exercícios excêntricos com outros tipos de contração demonstraram que o esforço realizado pelos indivíduos durante os exercícios excêntricos, na primeira semana desencadeou dor e aumento do número de proteínas circulantes no sangue [12,23], porém esse efeito cessou após esse período inicial de uma semana. Esses autores concluíram que, após esse período, ocorre uma recuperação muscular, com diminuição da dor e da quantidade de proteínas circulantes [2,3,8,9,12-22]. Além disso, os exercícios excêntricos apresentaram uma menor demanda de oxigênio [12-22]. Dessa forma, os indivíduos suportaram uma maior carga comparada aos exercícios concêntricos, sendo de grande relevância para a prática clínica, principalmente em pacientes portadores de cardiopatias [19].

Higbie *et al.* [3] compararam os efeitos do treinamento concêntrico e excêntrico na força, na área de secção transversa e na ativação neuromuscular em mulheres saudáveis e concluíram que o exercício excêntrico causou um maior ganho de força, um aumento da área de secção transversa e uma maior ativação neuromuscular quando comparado aos exercícios concêntricos. No entanto, outros autores demonstraram que o aumento da força muscular, depois do treinamento concêntrico e do treinamento excêntrico, aparentemente não foi diferente para a hipertrofia muscular e para o aumento da ativação neuromuscular [8,10,23,24]. Contrariamente, Hortobagyi *et al.* [13] verificaram em seu estudo de 8 semanas, no qual participaram 42 mulheres jovens, que as contrações excêntricas submáximas do músculo quadríceps apresentaram maiores e mais rápidas adaptações de força do que o treinamento com contrações concêntricas máximas. Os autores concluíram que esta maior adaptação pode ter sido devido a uma maior ativação neuromuscular no exercício excêntrico.

Existem evidências que a velocidade, durante a realização dos exercícios concêntricos e excêntricos, quando realizados de forma isocinética, influenciaram no ganho de força e na hipertrofia muscular [15,16,22,23,25,26]. O exercício excêntrico, realizado de forma rápida, gera um maior ganho de força muscular, quando comparado aos exercícios concêntricos realizados de forma lenta e/ou rápida [12,22].

Serrão *et al.* [11] observaram que, ao realizar 4 sessões de 15 contrações excêntricas máximas, o torque isométrico reduziu 52% comparado ao pré-teste, mas foi recuperado no 5º dia. Esse fenômeno foi atribuído aos sinais de regeneração do músculo que ocorre após uma semana [6,7,10,19,20,27,28]. Essa observação pode, ainda, estar associada à presença da dor tardia após realização dos exercícios excêntricos [6,7,10,19,20,27,28].

Stupka *et al.* [12] verificaram que, apesar dos exercícios excêntricos apresentarem um maior dolorimento muscular comparados com exercícios concêntricos, em um período compreendido entre 24 horas e 7 dias, não observaram diferença significativa em relação ao torque. Os autores observaram, ainda, um decréscimo em ambos os grupos após a série de exercícios concêntricos e excêntricos. Contrariamente, existem autores que afirmaram que ocorre um aumento do torque após os exercícios excêntricos [6,20], assim como existem aqueles que constataram o aumento de torque após a realização dos exercícios concêntricos [18,21].

Walsh *et al.* [27] relataram que, após a contração excêntrica, o músculo torna-se fadigado e lesado e que, após as contrações concêntricas, não ocorre produção de dano no músculo. Chen *et al.* [29] confirmaram essa observação, demonstrando que os exercícios que usaram principalmente as contrações excêntricas causaram dano reparável ao músculo, e aqueles que usaram as contrações concêntricas causaram um dano mínimo. Em contrapartida, Gleeson *et al.* [9] relataram, após seu estudo realizado com oito indivíduos,

durante quatro semanas de treinamento concêntrico e posteriormente contrações excêntricas máximas, que o uso do condicionamento concêntrico em programas de reabilitação apresentou uma exacerbação de sintomas algícos, induzindo ao dano muscular.

Stupka *et al.* [12] demonstraram que o número de células inflamatórias encontradas em indivíduos de ambos os sexos, pós-biópsia do músculo vasto lateral, após 24 horas de execução de uma série de exercícios concêntricos e excêntricos realizados no *leg-press*, aumentaram de forma significativa, principalmente o número de lisossomas naqueles que realizaram exercícios excêntricos comparados aos que realizaram exercícios concêntricos. Os mesmos autores demonstraram, ainda, que essa concentração pode persistir nos intervalos compreendidos entre 48 e 96 horas após a realização dos exercícios excêntricos e em até sete dias [12]. Os autores observaram e concluíram que, mesmo ocorrendo uma reação inflamatória após a realização desses exercícios, é possível haver uma adaptação tecidual e ocorrer benefícios na utilização dessa atividade [2,12].

Através de estudos feitos por coleta de sangue venoso após a execução de exercícios excêntricos, Taylor *et al.* [5] constataram uma diminuição na concentração de miostatina. Os autores concluíram que este fator de atrofia e imobilidade muscular diminuiu significativamente em exercícios excêntricos comparado com exercícios concêntricos, em um período compreendido entre seis e 24 horas pós exercícios.

Mackey *et al.* [4] observaram que no treinamento de 22 dias com contração excêntrica máxima, houve aumento do colágeno do tipo III e IV e do inibidor das metaloproteínas na circulação sanguínea. Os autores concluíram que o exercício excêntrico com contração máxima pode ser benéfico para a remodelação do colágeno.

Através de um estudo usando aminoácido e placebo intra-oral, juntamente com exercício isocinético durante 10 dias, Sugita *et al.* [30] observaram que a força aumentou significativamente nos indivíduos que usaram o aminoácido em relação aos que usaram o placebo.

Em se tratando de unidades contráteis, na teoria, a diminuição do número de sarcômeros do músculo levaria à rigidez do músculo, diminuindo a contratilidade. Por causa disso, atualmente tende-se a evitar danos ao músculo durante uma atividade física que exija certo grau de esforço muscular. O efeito do treinamento, produzido por um período de exercício, é importante porque representa meios potenciais de proteger atletas de encontro aos danos e ferimentos no músculo. Pode também ser útil para outras circunstâncias clínicas. O mecanismo de treinamento deve envolver a adição dos sarcômeros às fibras do músculo que vai se regenerar, como vêm sendo demonstrado pelas experiências [7]. No entanto, as contrações excêntricas repetidas podem levar a um dano tecidual muscular, a ponto de alcançar a membrana. Essa lesão pode levar a um aumento na circunferência do membro, que é atribuído ao processo inflamatório, envolvendo proteínas plasmáticas

e leucócitos no tecido lesado [6], o que pode ocorrer caso um indivíduo não realize uma contração muscular adequada a sua demanda.

Em um estudo realizado com 20 mulheres, desenvolvendo 12 contrações excêntricas máximas, Nosaka *et al.* [1] observaram que os danos induzidos pelo exercício excêntrico não sofrem interferência da alteração da temperatura no pré-exercício. O resfriamento e o aquecimento não alteraram a magnitude do dano ao músculo, a força isométrica e a circunferência do membro. Por outro lado, Ruitter *et al.* [28] observaram após seu estudo sobre os efeitos do resfriamento e da fadiga, em contrações excêntricas e concêntricas, que, após as contrações concêntricas, a fadiga era menor nas temperaturas mais baixas e que, em todas as temperaturas testadas a perda da força excêntrica era menor que a isométrica e a concêntrica. Os autores concluíram que a força excêntrica foi menos afetada pela temperatura que a força concêntrica.

Em um estudo sobre a mediação central e periférica da percepção de força muscular após as contrações excêntricas ou concêntricas, Carson *et al.* [14] observaram que os participantes que realizaram contrações excêntricas acreditavam estar gerando mais força do que realmente realizaram. A relação entre o nível de esforço e o comando motor pareceu ter sido alterada como resultado da fadiga causada pelas contrações excêntricas. Foi proposto que a percepção de esforço deve estar associada aos centros neurais acima do córtex motor. O estudo foi realizado com 40 homens e foi verificado ainda que a força isométrica foi reduzida após as contrações excêntricas e permaneceu até 48 horas após o exercício. Uma redução na força menos pronunciada foi observada após as contrações concêntricas.

Conclusão

Os estudos analisados, após esta revisão, demonstraram que as contrações excêntricas máximas e/ou submáximas apresentam pontos negativos, mas parecem ser mais eficazes para o ganho de força muscular quando comparadas às contrações concêntricas.

Referências

- Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. Influence of pre-exercise muscle temperature on responses to eccentric exercise. *J Athl Train* 2004;39(2):132-37.
- Lastayo PC, Reich TE, Urquhart M, Hoppeler H, Lindstedt SL. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 1999;276:611-15.
- Higbie EJ, Cureton KJ, Warren GL, Prior BM. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol* 1996;81(5): 2173-81.
- Mackey AL, Donnelly AE, Turpeenniemi-Hujanen T, Hopper HP. Skeletal muscle collagen content in humans after high-force eccentric contractions. *J Appl Physiol* 2003;97:197-203.
- Willoughby DS, Taylor L. Effects of concentric and eccentric muscle actions on serum myostatin and follistatin-like related gene levels. *JSSM* 2004;3:226-33.
- Whitehead NP, Allen TJ, Morgan DL, Proske U. Damage to human muscle from eccentric exercise after training with concentric exercise. *J Physiol* 1998;512(2):615-20.
- Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol* 2001;537(2):333-45.
- Hortobagyi T, Barrier J, Beard D, Braspeninx J, Koens P, Devita P, Dempsey L, Lambert J. Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *J Appl Physiol* 1996;81(4):1677-82.
- Gleeson N, Eston R, Marginson V, McHugh M. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br J Sports Med* 2003;37:119-25.
- Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Halkjaer-Kristensen J, Dyhre-Poulsen P. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *J Appl Physiol* 2000;89:2249-57.
- Serrão FV, Foerster B, Spada S, Morales MM, Monteiro V, Tannus A, Salvini TF. Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. *Braz J Med Biol Res* 2003;36(6):781-86.
- Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol* 2001;91(4):1669-78.
- Hortobagyi T, Devita P, Money J, Barrier J. Effects of standard and eccentric overload strength training in young women. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(7):1206-12.
- Carson RG, Riek S, Shahbazzpour N. Central and peripheral mediation of human force sensation following eccentric or concentric contractions. *J Physiol* 2002;15(539.3):913-25.
- Farthing JP, Chilibeck PD. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol* 2003;89(6):578-86.
- Takayanagi K, Yoshimura O, Ihara H, Nakayama A. Velocity and mode specificity of concentric and eccentric strength training in knee flexors and extensors. *J Phys Ther Sci* 1995; 7(2):57-63.
- Brandenburg JP, Docherty D. The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. *J Strength Condit Res* 2002;16:25-32.
- Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med* 2003;31(4):537-41.
- Paddon JD, Leveritt M, Lonergan A, Abernethy P. Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity. *Eur J Appl Physiol* 2001;85(5):466-71.
- Seger JY, Arvidsson B, Thorstensson A. Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 79(1):49-57.
- Mayhew TP, Rothstein JM, Finucane SD, Lamb RL. Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(6):868-73.
- Bast SC, Vangsness CT, Takemura J, Folkins E, Landel R. The effects of concentric versus eccentric isokinetic strength training of the rotator cuff in the plane of the scapula at various speeds. *Bull Hosp Jt Dis* 1998;57(3):139-44.

23. Babault N, Pousson M, Michaut A, Van Hoecke J. Effect of quadriceps femoris muscle length on neural activation during isometric and concentric contractions. *J Appl Physiol* 2003;94(3):983-90.
 24. Babault N, Pousson M, Ballay Y, Van Hoecke J. Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *J Appl Physiol* 2001;91(6):2628-34.
 25. Reeves ND, Narici MV. Behavior of human muscle fascicles during shortening and lengthening contractions in vivo. *J Appl Physiol* 2003;95(3):1090-96.
 26. Kulig K, Powers CM, Shellock FG, Terk M. The effects of eccentric velocity on activation of elbow flexors: evaluation by magnetic resonance imaging. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(2):196-200.
 27. Walsh LD, Hesse CW, Morgan DL, Proske U. Human forearm position sense after fatigue of elbow flexor muscles. *J Physiol* 2004;558(2):705-15.
 28. Ruiters CJ, Haan A. Similar effects of cooling and fatigue on eccentric and concentric force-velocity relationships in human muscle. *J Appl Physiol* 2001;90(6):2109-16.
 29. Chen YW, Hubal MJ, Hoffman EP, Thompson PD, Clarkson PM. Molecular responses of human muscle to eccentric exercise. *J Appl Physiol* 2003;95(6):2485-94.
 30. Sugita M, Ohtani M, Ishii N, Maruyama K, Kobayashi K. Effect of a selected amino acid mixture on the recovery from muscle fatigue during and after eccentric contraction exercise training. *Biosci Biotechnol Biochem* 2003;67(2):372-75.
-