

## EFEITO DA VELOCIDADE SOBRE A PRODUÇÃO DE TORQUE EM AÇÕES MUSCULARES EXCÊNTRICAS

### EFFECT OF VELOCITY ON TORQUE PRODUCTION DURING ECCENTRIC MUSCLE ACTIONS

Hamilton Roschel<sup>\*</sup>  
Renato Barroso<sup>\*\*</sup>  
Mauro Batista<sup>\*\*</sup>  
Gilberto Laurentino<sup>\*\*\*</sup>  
Carlos Ugrinowitsch<sup>\*\*\*\*</sup>  
Valmor Tricoli<sup>\*\*\*\*</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar se o torque muscular produzido em uma ação excêntrica máxima é afetado pela velocidade de execução do movimento. Participaram do estudo vinte indivíduos fisicamente ativos, sem experiência em treinamento de força. Todos os sujeitos foram avaliados em duas ocasiões. Na primeira visita ao laboratório, o torque isométrico máximo (CVIM) de extensão de joelho foi avaliado no dinamômetro isocinético e posteriormente utilizado como critério para divisão da amostra em dois grupos (Exc 20 ou Exc210). Na segunda visita, cada um dos grupos realizou oito ações excêntricas máximas em diferentes velocidades (Exc20 a 20°·s<sup>-1</sup> ou Exc210 a 210°·s<sup>-1</sup>). O maior valor de torque excêntrico dos extensores do joelho (CVEM) foi utilizado para comparação entre os grupos. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos para CVIM (Exc20= 335,5 ± 65,60 N; Exc210= 314,0 ± 62,68, p>0,05), mostrando que o procedimento de balanceamento dos grupos foi eficiente. ANOVA não verificou diferença significativa entre grupos no torque gerado durante as CVEMs (Exc20= 376,9 ± 60,19; Exc210= 367,0 ± 58,89, p>0,05). Para ambos os grupos CVEM foi maior que CVIM, tanto em termos absolutos quanto em termos relativos (p<0,05). De acordo com esses resultados, concluímos que o torque produzido em uma ação excêntrica máxima não é afetado pela velocidade de execução do movimento.

**Palavras-chave:** Ação excêntrica. Torque. Velocidade de movimento.

#### INTRODUÇÃO

Durante uma ação muscular, a força ativa dos sarcômeros é gerada pela interação dos filamentos de miosina com os de actina, formando as pontes cruzadas. Diferentemente das ações musculares concêntrica e isométrica, quando um músculo é submetido à realização de uma ação excêntrica (AE) ele apresenta características mecânicas particulares, entre elas a maior capacidade de produção de tensão (MAcDOUGALL, 1986)

Sabe-se que o número de pontes cruzadas ativas influencia o total da força produzida pelo sarcômero. Apesar de o mecanismo que explica como as pontes cruzadas produzem força ainda

não ter sido claramente estabelecido, sabe-se que cada uma delas é capaz de gerar ativamente um nível de tensão que varia entre 5 e 10 pN (BERNE; LEVY, 1996).

Dois fatores podem afetar o número de pontes cruzadas ativas: a) alterações no comprimento do sarcômero e b) a velocidade da ação muscular. Enquanto o efeito do primeiro é bem conhecido, a influência do segundo é bem estabelecida durante as ações concêntricas, porém para as ações excêntricas a influência da velocidade ainda é desconhecida

O sarcômero é constantemente submetido a alterações em seu comprimento, encurtando (ação concêntrica) ou alongando ativamente

\* Doutor em Educação Física, Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

\*\* Mestre em Educação Física, Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

\*\*\* Professor Doutor da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

\*\*\*\* Livre Docente da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

(ação excêntrica), o que provoca variações na sobreposição dos miofilamentos e no número de pontes cruzadas ativas em paralelo.

Não obstante, os elementos elásticos encontrados tanto nas cabeças de miosina como nas proteínas que ancoram e estabilizam os miofilamentos ao citoesqueleto (HERZOG, 1998) também oferecem resistência ao alongamento dos sarcômeros, gerando tensão passiva. Enquanto o músculo é alongado a tensão passiva aumenta, o que contribui com a força gerada ativamente pelo músculo durante a AE. Desta maneira, como a tensão passiva é somada à força ativa, a força total que o músculo é capaz de produzir aumenta durante uma AE.

Não é apenas o comprimento do sarcômero que influencia a quantidade de força produzida. A velocidade de contração também atua no controle da força, pois afeta a possibilidade de formação de pontes cruzadas durante a ação muscular (EDMAN, 1992). A relação entre força e velocidade foi observada inicialmente por Hill (1938), quando ele descreveu essa curva para velocidades superiores ou iguais a zero. O aumento da velocidade de contração, por exemplo, diminui a força produzida pelo músculo (EDMAN, 1992), pois reduz a possibilidade de formação de pontes cruzadas. Por outro lado, a força gerada aumenta com a diminuição da velocidade, e a força máxima ( $P_0$ ) é obtida quando a velocidade é igual a zero, ou seja, em uma ação isométrica.

Por outro lado, ainda não é bem conhecido como o aumento da velocidade de alongamento do músculo durante as AEs pode contribuir para a variação da força. Foi sugerido que o aumento da velocidade durante a AE poderia aumentar a força produzida, pois aumentaria a tensão passiva sobre as estruturas elásticas (CHAPMAN et al., 2008). Conhecer o efeito da velocidade de movimento durante AEs sobre o torque produzido é importante, pois o grau de tensão parece estar relacionado tanto com o dano quanto com a hipertrofia muscular (McDONAGH; DAVIES, 1984; NOSAKA; NEWTON, 2002).

Além disso, os dois eventos parecem estar relacionados. Alguns autores sugerem que o dano muscular desempenha um papel importante no processo de hipertrofia muscular (FARTHING; CHILLIBECK, 2003; McDONAGH; DAVIES, 1984; MORGAN; PARTRIDGE, 2003). Assim, se o torque

muscular aumentar com a velocidade de movimento durante a AE, o uso de AEs de alta velocidade deveria, em tese, ser incorporado aos programas de treinamento visando à hipertrofia.

Destarte, foi objetivo deste estudo analisar se a força produzida pelo músculo durante AEs é afetada pela velocidade de execução de movimento.

## MÉTODOS

### Amostra

Vinte e quatro indivíduos do sexo masculino, praticantes de atividade física mas não envolvidos em treinamento de força havia pelo menos seis meses, dispuseram-se a participar como sujeitos do estudo. Todos eram saudáveis e não possuíam histórico de lesões no joelho. Antes da sessão experimental, quatro sujeitos desistiram da participação, por razões pessoais. Os sujeitos foram informados dos procedimentos, riscos e objetivos da pesquisa e assinaram um consentimento informado e esclarecido. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (CEP – 101).

Os indivíduos compareceram duas vezes ao laboratório. Na primeira visita, devido à novidade da tarefa (realização de ações excêntricas máximas em um dinamômetro isocinético), os sujeitos realizaram uma sessão de familiarização, utilizando a velocidade de  $120^\circ \cdot s^{-1}$ . Essa familiarização foi realizada na perna contralateral, pois é sabido que mesmo uma sessão aguda de AE provoca a ocorrência de dano muscular, comprometendo a produção de força subsequente (CLARKSON; HUBAL, 2002). Adicionalmente à familiarização, os sujeitos foram submetidos ao teste de força isométrica máxima de extensão de joelhos em um dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, NY, EUA). O resultado desse teste foi utilizado para ranquear e dividir os sujeitos de forma aleatória e balanceada em dois grupos, denominados Exc20 e Exc210. Na segunda visita ao laboratório, ambos os grupos foram submetidos ao teste de força excêntrica máxima. As características dos indivíduos componentes de cada grupo são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Características dos indivíduos (média  $\pm$  DP).

	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	Idade (anos)
Exc20	77,18 $\pm$ 10,50	1,76 $\pm$ 0,06	25,36 $\pm$ 5,04
Exc210	76,30 $\pm$ 9,60	1,77 $\pm$ 0,03	26,40 $\pm$ 4,27

### Aquecimento

Para ambas as condições experimentais, o aquecimento foi padronizado. Após o aquecimento geral, feito em cinco minutos de corrida em esteira ergométrica a 9 km/h, os sujeitos foram orientados a realizar exercícios de alongamento para os membros inferiores por mais cinco minutos. A seguir eles foram posicionados no dinamômetro isocinético (ver parâmetros para determinação do posicionamento na sessão a seguir), tendo as posições individuais registradas para assegurar as mesmas condições na sessão subsequente. Foi realizado também um aquecimento específico, que consistiu de duas séries de 6 ações concêntricas submáximas a  $120^\circ \cdot s^{-1}$  tanto para os extensores como para os flexores do joelho. O intervalo entre as séries foi de um minuto.

### Teste de força isométrica máxima

O torque isométrico máximo para extensão do joelho foi medido em um dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, NY, EUA). Para a mensuração do torque isométrico máximo os sujeitos sentaram-se na cadeira do dinamômetro isocinético, formando um ângulo de  $90^\circ$  na articulação do quadril. O joelho do membro dominante foi posicionado próximo ao braço de alavanca do aparelho, e o epicôndilo femoral (eixo de rotação anatômico) foi alinhado com o eixo de rotação do braço de alavanca do aparelho. O ponto de apoio do braço de alavanca do aparelho foi situado a 1 (um) centímetro proximal do maléolo medial do sujeito. O sujeito foi fixado ao aparelho por meio de cintas, evitando a alteração de sua posição durante a execução do movimento e prevenindo, também, contribuições de outros segmentos corporais na realização do exercício.

O ângulo de mensuração utilizado foi de  $60^\circ$  a partir da extensão completa do joelho (assumindo  $0^\circ$  na horizontal). Os sujeitos tiveram cinco segundos para atingir o pico de torque e em todas as tentativas receberam instrução e encorajamento verbal para executar

o esforço máximo. Os indivíduos realizaram três tentativas, com três minutos de intervalo entre elas. O maior valor observado foi determinado como contração voluntária isométrica máxima (CVIM).

### Teste de força excêntrica máxima em diferentes velocidades

Para este teste, foi utilizado o mesmo dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, NY, EUA) e os sujeitos foram posicionados respeitando-se os mesmos procedimentos do teste isométrico máximo.

Os indivíduos partiram da posição de extensão do joelho ( $0^\circ$ ) até a flexão a  $90^\circ$  (posição final), realizando uma ação muscular excêntrica na velocidade correspondente ao seu grupo experimental. O grupo Exc20 realizou o teste de força excêntrica máxima na velocidade de  $20^\circ \cdot s^{-1}$ , e o grupo Exc210, na velocidade de  $210^\circ \cdot s^{-1}$ . Para ambos os grupos, o aparelho retornou de forma passiva à posição inicial ( $0^\circ$ ) com uma velocidade de  $20^\circ \cdot s^{-1}$ , totalizando-se um período de 4,5 segundos de intervalo entre cada repetição. Foram realizadas oito repetições, e o maior valor obtido em qualquer uma delas foi adotado como contração voluntária excêntrica máxima (CVEM).

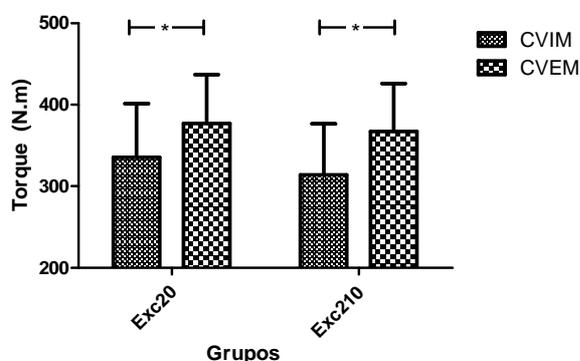
### Análise Estatística

Os resultados são apresentados seguindo a estatística descritiva (média  $\pm$  desvio-padrão). Os valores de CVIM foram comparados entre os grupos com o teste *t-Student* para amostras independentes para verificação da similaridade dos grupos. Depois disso foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas com dois fatores, grupo (Exc20 e Exc210) e tipo de contração (isométrica e excêntrica). A fim de se observar o aumento relativo do torque excêntrico em relação ao isométrico, calculou-se a variação percentual, adotando-se o torque isométrico como linha de base. Estes valores foram também submetidos à mesma análise de variância. Em caso de valores de F significantes, foi conduzido teste *post-hoc* com ajuste de Tukey para efeito de comparação múltipla. O nível de significância adotado foi de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

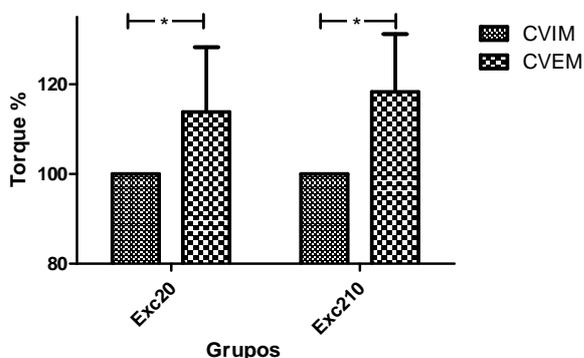
Não houve diferença significativa ( $p>0.05$ ) no desempenho no teste de CVIM entre os grupos, indicando que o procedimento adotado para a divisão dos sujeitos foi eficiente para manter a similaridade dos grupos.

O Gráfico 1 mostra os resultados absolutos de CVIM e CVEM para ambos os grupos. Não houve diferença ( $p>0.05$ ) entre os dois grupos nos valores absolutos de torque para CVIM e CVEM, porém para ambos os grupos foi observado um maior valor de torque excêntrico em comparação ao torque isométrico ( $p<0.05$ ).



**Gráfico 1** - Valores absolutos de torque máximo excêntrico e isométrico para os grupos Exc20 e Exc210 (\* $p<0,05$ ).

Quando apresentados os valores de variação percentual da CVEM em relação à CVIM (GRÁFICO 2), podemos observar que também não houve diferença entre os dois grupos para esta variável. De forma similar ao dado absoluto, a variação percentual do torque excêntrico em relação ao isométrico foi significativamente maior para ambos os grupos ( $p<0.05$ ).



**Gráfico 2** - Valores percentuais de torque máximo excêntrico e isométrico para os grupos Exc20 e Exc210 (\* $p<0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar como a velocidade de movimento influencia a produção de força durante a realização de ações musculares excêntricas máximas. Em nosso estudo, concordando com a literatura científica, o torque produzido durante as AEs foi maior que durante as ações isométricas; contudo não foram observadas diferenças nos torques gerados durante as AEs em diferentes velocidades.

É sabido que durante AEs o músculo esquelético consegue gerar mais tensão do que durante ações isométricas e concêntricas; não obstante, diferentemente das ações concêntricas, é desconhecido como a velocidade afeta a força produzida durante AEs.

É interessante notar que esse tópico é de extrema relevância, visto que o grau de tensão desenvolvido pode estar relacionado a dois eventos importantes na adaptação musculoesquelética ao treinamento de força: a) hipertrofia muscular e b) dano muscular. Curiosamente, esse assunto ainda não foi extensivamente investigado, e apenas uma pesquisa observou diretamente o efeito da velocidade da AE na tensão gerada (CHAPMAN et al., 2005). Os resultados do presente estudo corroboram os de Chapman et al. (2005), os quais demonstraram não haver diferença na produção de força entre diferentes velocidades para os músculos flexores de cotovelo.

Já foi sugerido também que AEs em alta velocidade poderiam gerar mais tensão do que em baixa velocidade, devido à maior sobrecarga aplicada sobre as estruturas elásticas (CHAPMAN et al., 2008), o que eventualmente iria aumentar o grau de dano muscular induzido. Apesar de o efeito da velocidade sobre a produção de tensão não ter sido extensivamente investigado, o efeito de diferentes velocidades das AEs no dano muscular tem sido alvo de um crescente número de investigações, uma vez que o dano tem sido constantemente relacionado com o grau de hipertrofia muscular (FARTHING; CHILLIBECK, 2003; McDONAGH; DAVIES, 1984; MORGAN; PARTRIDGE, 2003; SILVA, 2007). Os resultados, porém, ainda são inconclusivos, uma vez que o dano parece depender de outros fatores que não a velocidade de movimento. Chapman et al. (2008) demonstraram que o número de repetições parece modular o efeito da velocidade sobre o dano, uma vez que apenas quando volumes elevados de AE

eram realizados as AEs rápidas foram capazes de induzir uma magnitude maior de dano muscular.

Estudos recentes (FARTHING; CHILLIBECK, 2003; PADDON-JONES et al., 2001; SHEPSTONE et al., 2005) investigaram o efeito de diferentes velocidades das AEs na hipertrofia muscular, e os resultados são bastante interessantes. Farthing e Chillibeck (2003) realizaram oito semanas de treinamento utilizando AEs em diferentes velocidades e observaram maior hipertrofia para o grupo que treinou utilizando AEs rápidas em comparação ao grupo que realizou AEs lentas. Se assumirmos como válida a teoria de que o dano muscular é um fator desencadeador do processo hipertrófico, então parece razoável sugerir que as AEs rápidas poderiam ser capazes de induzir mais dano muscular do que as lentas, resultando no maior efeito hipertrófico observado. Contudo, como citando anteriormente, o efeito da velocidade no dano após uma única sessão ainda permanece controverso.

Poderia então ser sugerido que o grau de tensão desenvolvido durante as AEs afetaria a resposta hipertrófica. Esta suposição seria bastante plausível, tendo-se em vista nossa hipótese inicial de que AEs rápidas gerariam maior grau de tensão do que AEs lentas; porém os nossos resultados e os de Chapman et al. (2005) não dão suporte a essa suposição, pois AEs em diferentes velocidades geraram níveis semelhantes de força.

Dessa maneira, poderíamos especular que, se prosseguisse a realização das sessões de treinamento, a ocorrência de dano e/ou grau de tensão deveria ser mais elevada no grupo que realizou AEs em alta velocidade em comparação ao que as realizou em baixas velocidades nas sessões subsequentes, o que explicaria a maior hipertrofia decorrente desse modelo de treinamento.

Apesar de não terem investigado especificamente os efeitos da velocidade das AEs na capacidade de produção de torque, Paddon-Jones et al. (2005) também apresentam resultados

semelhantes aos nossos e aos de Chapman et al. (2005). Nesse caso, os autores sugeriram que a ausência de diferença na força se deveria à maior inibição neural advinda dos órgãos tendinosos de Golgi agindo na musculatura esquelética durante AEs rápidas, uma vez que estas gerariam maior tensão e conseqüentemente maior ativação dos proprioceptores (AAGAARD et al., 2000; AMIRIDIS et al., 1996).

Adicionalmente, conforme mencionado, no presente estudo a força gerada pelo músculo não foi diferente entre as velocidades, quando analisada apenas uma sessão de AEs; mas se a suposição de Paddon-Jones et al. (2005) for verdadeira e se considerar que uma das adaptações ao treino de força é a diminuição da inibição neural (AAGAARD et al., 2000; ENOKA, 1997), é possível sugerir que essa adaptação neural seria maior nos sujeitos que realizassem AEs em alta velocidade. De acordo com isso, ao longo de um período de treinamento com AEs rápidas os músculos seriam progressivamente submetidos a uma maior tensão, o que, em última análise, resultaria no maior efeito hipertrófico observado.

O *design* utilizado neste estudo (modelo agudo sem utilização de EMG) não permite a confirmação de tal hipótese, limitando as conclusões a que chegaram os autores. Estudos futuros com *designs* que permitam análises dos parâmetros de produção e controle de força e dano muscular ao longo de sessões múltiplas de AEs são necessários para confirmar essas especulações.

## CONCLUSÃO

O resultado deste estudo mostra que o torque produzido durante as AEs rápidas não é maior do que o produzido em AEs lentas, o que não suporta a hipótese de que uma maior tensão é gerada sobre as fibras musculares nas AEs rápidas.

---

## EFFECT OF VELOCITY ON TORQUE PRODUCTION DURING ECCENTRIC MUSCLE ACTIONS

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of movement's velocity on torque production during eccentric muscle actions. Twenty physically active subjects, not enrolled in strength training, were randomly assigned to either a low or high velocity eccentric exercise group (Ecc20 or Ecc210 respectively). Maximal isometric torque (knee extension on an isokinetic dynamometer) was assessed on their first visit to the laboratory and used as ranking criteria for the randomization process. Maximal voluntary eccentric contraction was assessed in the next session. Eight maximal eccentric muscle actions were performed at either 20°•s<sup>-1</sup> or 210°•s<sup>-1</sup> and their best result was considered for statistical analysis. A two way ANOVA was performed and no significant differences were found between groups for isometric torque (Ecc20= 335.5 ± 65.60; Ecc210= 314.0 ± 62.68) indicating an appropriate subjects' randomization. No

differences were found for eccentric torque between groups (Exc20= 376.9 ± 60.19; Exc210= 367.0 ± 58.89). For both groups, absolute and relative eccentric torque was significantly higher than isometric torque ( $p < 0.05$ ). Our results indicate that movement velocity does not affect torque production during eccentric muscle actions.

**Keywords:** Eccentric muscle action. Torque. Movement velocity.

## REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. E. B. et al. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, p. 2249-2257, 2000.
- AMIRIDIS, I. G. A. et al. Co-activation and tension-regulating phenomena during isokinetic knee extension in sedentary and highly skilled humans. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 73, no. 1-2, p.149-156. 1996.
- BERNE, R. M.; M. N. LEVY. The molecular basis of contraction (Ch 12). In: R. M. BERNE; M. N. LEVY (Ed.). **Principles of physiology**. New York: C. V. Mosby, 1996. v.1, p. 177-195. The molecular basis of contraction.
- CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine, Rehabilitation**, Baltimore, v. 81, no. 11, p.S52-69 nov. 2002. Supplement.
- CHAPMAN, D. W. et al. Effect of lengthening contraction velocity on muscle damage of the elbow flexors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 40, no. 5, p. 926-933, May 2008.
- CHAPMAN, D. W.; NEWTON, M; NOSAKA, K. Eccentric torque-velocity relationship of elbow flexors. **Isokinetic Exercise Science**, [S. l.], v. 13, p.139-45. 2005.
- EDMAN, K. A. P. Contractile performances of skeletal muscle fibres. In: KOMI, P. V. (Ed.). **The Encyclopedia of Sports Medicine III: strength and power in sports**. Oxford: Blackwell Scientific, 1992. p. 96-129. Contractile performances of skeletal muscle fibres.
- ENOKA, R. M. Neural adaptations with chronic physical activity. **Journal of Biomechanics**, [S. l. ], v. 30, no. 5, p. 447-455, 1997.
- FARTHING, J. P.; CHILLIBECK, P. D. The effects of concentric and eccentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, p. 578-586, 2003.
- HERZOG, W. History dependence of force production in skeletal muscle: a proposal for mechanisms. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 8, no. 2, p. 111-117, Apr. 1998.
- HILL, A. V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. **Proceedings of Royal Society Britain**, [S. l.], v. 126, p. 136-195, 1938.
- MACDOUGALL, J. D. Adaptability of muscle to strength training - a cellular approach. In: B. SALTIN (Ed.). **Biochemistry of Exercise VI**. Illinois: Human Kinetics, 1986. v. 16, p. 501-513. Adaptability of muscle to strength training - a cellular approach. International Series on Sports Science.
- MCCULLY, K. K.; FAULKNER, J. A. Characteristics of lengthening contractions associated with injury to skeletal muscle fibers. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 61, no. 1, p. 293-299, 1986.
- MCDONAGH, M. J.; DAVIES, C. T. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. **European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology**, [S. l.], v. 52, no. 2, p. 139-155, 1984.
- MORGAN, J. E.; PARTRIDGE, T. A. Muscle satellite cells. **International Journal of Biochemistry and Cellular Biology**, St. Louis, v. 35, no. 8, p. 1151-1156, Aug. 2003.
- NOSAKA, K.; NEWTON, M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. **Journal of Strength Conditioning Research**, Champaign, v. 16, no. 2, p. 202-208, 2002.
- PADDON-JONES, D. A. et al. Differential expression of muscle damage in humans following acute fast and slow velocity eccentric exercise. **Journal of Science Medicine in Sport**, Belconnen, v. 8, no. 3, p. 255-263, Sept. 2005.
- PADDON-JONES, D. M. et al. Adaptations to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 85, p. 466-471, 2001.
- SHEPSTONE, T. N. et al. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 98, no. 5, p. 1768-1776, May 2005.
- SILVA, R. B. **Respostas musculares à realização de ações excêntricas em diferentes velocidades e sua influência no efeito da carga repetida**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Biodinâmica do Movimento Humano)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Recebido em 16/12/2008

Revisado em 13/04/2009

Aceito em 10/06/2009

**Endereço para correspondência:** Hamilton Roschel. Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força - Escola de Educação Física e Esporte, USP. Av. Mello Moraes, 65, Cidade Universitária, CEP 05508-030, São Paulo-SP, Brasil. E-mail: hars@usp.br