

## EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE A MAGNITUDE DA DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO EFFECT OF DIFFERENT RESISTANCE TRAINING PROTOCOLS ON THE MAGNITUDE OF DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS

Plínio Marcos Zavanela<sup>1,2</sup>, Eduardo Caldas Costa<sup>2,3</sup>, Alexandre Moreira<sup>4</sup>, Cristhian Thurler Dalia Novaes<sup>1</sup>, Hugo de Castro Marconato<sup>1</sup>, Marcelo Saldanha Aoki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Educação Física, Centro Universitário UniFMU, São Paulo, SP, Brasil. <sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em Adaptações Biológicas ao Exercício Físico, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. <sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil. <sup>4</sup>Grupo de Estudos e Pesquisa em Planejamento e Monitoramento do Treinamento Físico e Esportivo, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de três modelos de treinamento de força sobre a magnitude da dor muscular de início tardio (DMIT). Trinta e seis indivíduos do sexo masculino (35,2±4,5 anos), iniciantes no treinamento de força, participaram do estudo. Esses voluntários foram divididos, aleatoriamente, em 3 grupos, sendo posteriormente, submetidos a um dos modelos de treinamento de força: RML (4 séries de 20RM, n=12), hipertrofia (8 séries de 8RM, n=12) e força máxima (10 séries de 4RM, n=12). Após cada sessão de exercício de força, a DMIT foi avaliada 24, 48 e 72hs, utilizando a escala visual analógica da dor. O volume total de carga levantada das sessões foi calculado para cada modelo (RML, força máxima e hipertrofia). A DMIT apresentou aumento significativo em todos os protocolos durante todo curso temporal ( $p<0,05$ ). Entretanto, a magnitude da DMIT foi menor após o protocolo RML em comparação aos modelos força máxima e hipertrofia ( $p<0,05$ ). O volume total de carga levantada foi menor na sessão RML ( $p<0,05$ ). Os resultados do presente estudo reforçam a hipótese de que os modelos de treinamento de força com maior volume total de carga levantada induzem maior magnitude de DMIT.

**Palavras-chave:** treinamento de força, dor muscular de início tardio, volume, intensidade

### ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effect of three different protocols of resistance training on the magnitude of delayed onset muscle soreness (DOMS). Thirty six males, resistance training novices practitioners participated of this study. The participants were randomly divided in 3 groups and, then, submitted to one of the resistance training protocol: muscular endurance (4 sets of 20RM, n=12), muscle hypertrophy (8 sets of 8RM, n=12) e maximum strength (10 sets of 4RM, n=12). After each resistance exercise bout, muscle soreness was assessed 24, 48 and 72hs using a visual analog scale of pain. The volume of sessions was also determined. Muscle soreness increased significantly in all protocols during the experimental time

course ( $p<0.05$ ). The magnitude of DOMS was lower after the muscular endurance protocol compared to maximum strength and muscle hypertrophy protocols ( $p<0.05$ ). The total volume was lower in muscular endurance bout ( $p<0.05$ ). The results of the present study reinforces the hypothesis the resistance training protocols with higher total volume of load lifted showed greater magnitude of DOMS.

**Key-words:** resistance training, delayed onset muscle soreness, volume, intensity

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o treinamento de força tem sido recomendado para diferentes populações, destacando-se atletas, indivíduos fisicamente ativos e portadores de doenças crônico-degenerativas. O interesse por essa modalidade de treinamento físico é justificado, principalmente, pelas adaptações específicas induzidas pela mesma: hipertrofia, aumento da força, potência e resistência muscular (1-3).

A fim de aprimorar a aptidão física, o treinamento de força deve ser prescrito, obedecendo a princípios básicos (adaptação, individualização, especificidade, sobrecarga progressiva e variação de estímulos) (1,4,5) e recomendações específicas com relação à organização das variáveis agudas do treinamento (intensidade, número de séries e repetições, intervalo de recuperação, frequência, tipo e velocidade da ação, seleção e ordem dos exercícios) (1-3,5). Nesse sentido, o *American College of Sports Medicine* (3) apresenta diretrizes específicas, referentes à organização das variáveis agudas do treinamento, para as diversas finalidades: desenvolvimento de força, hipertrofia, resistência e potência muscular. Atualmente, existe grande interesse sobre o impacto da organização dessas variáveis sobre respostas fisiológicas e funcionais.

Uma das respostas agudas mais comuns decorrente do exercício de força é a dor muscular de início tardio (DMIT). Essa dor ocorre, freqüentemente, em indivíduos iniciantes após a realização de exercícios físicos, que apresentam componente excêntrico (6,7). A DMIT é caracterizada como desconforto na musculatura esquelética, que atinge seu pico entre 24-72 horas (6,8-11) e desaparece entre 7-10 dias após o exercício (8,9).

No entanto, ainda não existe consenso na literatura a respeito da influência das variáveis agudas do treinamento sobre a magnitude da DMIT. Inicialmente, Nosaka e Newton (8) sugeriram que a magnitude da DMIT estava associada à intensidade do exercício. Através do delineamento *cross-over*, esses pesquisadores realizaram uma sessão máxima e outra submáxima, separadas por quatro semanas, utilizando o exercício de flexão de cotovelo. Nosaka e Newton (8) verificaram que a DMIT apresentou maior magnitude pós-sessão máxima em relação à submáxima. Entretanto, os pesquisadores não equalizaram o volume das sessões e, dessa forma, a sessão máxima apresentou maior volume total de trabalho, o que dificulta a avaliação precisa do papel da intensidade *per se* sobre a magnitude da DMIT.

Algumas evidências mais recentes sugerem que o volume total de trabalho (12) e o volume de carga total levantada na sessão (11) são fatores determinantes da DMIT. Paschalis et al. (12) e, mais recentemente, Uchida et al. (11) demonstraram que a magnitude da DMIT não é dependente da intensidade do exercício quando o volume total de trabalho e o volume total de carga levantada são equalizados.

Diante da carência de investigações sobre o efeito de diferentes modelos de exercício de força sobre a magnitude da DMIT, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de três modelos de treinamento de força (resistência muscular localizada - RML, força máxima e hipertrofia) sobre a percepção da DMIT em indivíduos iniciantes.

## MÉTODOS

### Sujeitos

A amostra do presente estudo foi composta por 36 homens (35,2±4,5 anos), fisicamente ativos, iniciantes no treinamento de força (< 4 meses). O presente projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa em Humanos do ICBUSP (nº 679/05). Todos os voluntários participaram dos experimentos após assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

### Desenho experimental

O experimento foi realizado de forma aguda, no supino horizontal, utilizando três modelos clássicos de treinamento de força, organizados segundo as recomendações do posicionamento do *American College of Sports Medicine* (3): Grupo RML (4 séries de 20RM, pausa de 60s - n=12); Grupo Hipertrofia (8 séries

de 8RM, pausa de 120s - n=12); Grupo Força Máxima (10 séries de 4 RM, pausa de 180s - n=12). O volume total de trabalho das três sessões foi calculado (volume total de carga = número de séries X número de repetições X carga) (13).

### Avaliação da DMIT

A sensação de dor do músculo peitoral maior foi avaliada utilizando uma escala visual analógica de dor (EVA). A EVA foi composta por uma linha com duas marcações em extremidades opostas, separadas por uma distância de 100 mm, na qual em um dos extremos estava escrito "sem dor" e no outro "dor máxima". Para avaliação da dor, o músculo foi palpado e alongado. Na primeira avaliação, o pesquisador aplicou uma pressão com a ponta dos três dedos (anular, médio e indicador) na parte central, terço superior do músculo peitoral maior, por aproximadamente 3s, enquanto o sujeito se manteve na posição em pé (11,14). Para a manutenção do padrão de avaliação, a pressão aplicada foi repetida em todos os momentos pelo mesmo investigador, durante todos os dias de investigação. Na avaliação da sensação de dor durante o alongamento, o indivíduo realizou o movimento de abdução horizontal de ambos os ombros até a amplitude máxima possível (11,14). Os sujeitos foram instruídos a reportar a percepção de dor, imediatamente, após os dois procedimentos, 24, 48 e 72 horas após as sessões de treinamento. Após cada procedimento de avaliação, foi realizada uma marcação em folha individual com a EVA, a fim de evitar o acesso às marcações anteriores.

### Análise estatística

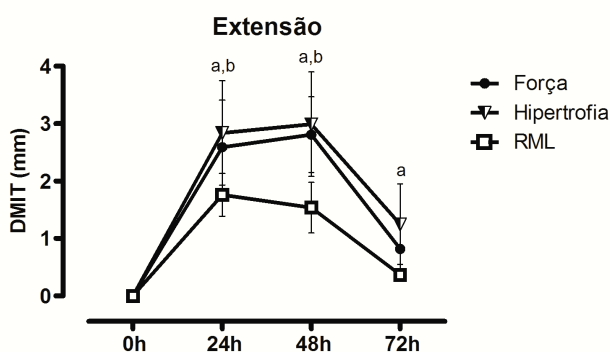
Inicialmente, verificou-se a normalidade dos dados e a homoscedasticidade, a partir dos testes de *Shapiro-Wilk* e de *Levene*, respectivamente. Em seguida, os dados foram analisados através da Análise de Variância *Two-way* (ANOVA; grupos vs. tempos) com medidas repetidas no fator tempo. O *post-hoc* de *Tukey* foi utilizado quando necessário para localizar as diferenças. O nível de significância estabelecido foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

A seguir, estão dispostos os resultados do presente estudo. Após o alongamento do músculo peitoral maior, a percepção de dor muscular apresentou aumento estatisticamente significativo em todos os protocolos (RML, força máxima e hipertrofia) durante todo curso temporal ( $p < 0,05$ ). A figura 1 ilustra o aumento da DMIT nas primeiras 24 horas, atingindo seu pico entre 24-48 horas para todos os grupos. No que diz respeito à análise inter-grupos, o resultados do *post-hoc* de *Tukey* localizou diferença significativa entre os protocolos força máxima e RML em 24 e 48 horas ( $p < 0,05$ ). Também houve diferença entre os protocolos hipertrofia e RML em 24 e 48 horas ( $p < 0,05$ ). Após 72 horas, foi detectada diferença, apenas, entre o protocolo hipertrofia e RML ( $p < 0,05$ ). Não foi

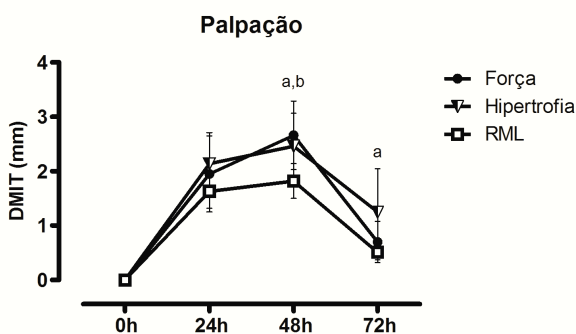
observada diferença entre o modelo força máxima e hipertrofia ( $p > 0,05$ ).

Figura 1. Magnitude da DMIT 24, 48 e 72 horas após sessões através do alongamento do peitoral maior; <sup>a</sup> = diferença significativa entre os protocolos hipertrofia e RML ( $p < 0,05$ ); <sup>b</sup> = diferença significativa entre os protocolos força máxima e RML ( $p < 0,05$ ).



Assim como no alongamento, a DMIT também sofreu aumento durante a palpação nas primeiras 24 horas, atingindo seu pico durante as 48 horas após o estímulo para todos os protocolos (RML, força máxima e hipertrofia). Nas primeiras 24 horas, não houve diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Entretanto, nas 48 horas pós-sessão houve comportamento semelhante ao observado no alongamento do peitoral: diferença significativa entre os protocolos força máxima e RML ( $p < 0,05$ ), assim como entre os modelos hipertrofia e RML ( $p < 0,05$ ). Após 72 horas, mais uma vez, só houve diferença entre os protocolos hipertrofia e RML. Também não foi observada diferença entre os modelos força máxima e hipertrofia em nenhum momento ( $p > 0,05$ ).

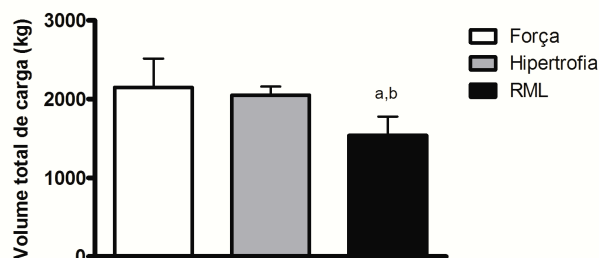
Figura 2. Magnitude da DMIT 24, 48 e 72hs após sessões através da palpação do peitoral maior; <sup>a</sup> = diferença significativa entre os protocolos hipertrofia e RML ( $p < 0,05$ ); <sup>b</sup> = diferença significativa entre os protocolos força máxima e RML ( $p < 0,05$ ).



No tocante à análise do volume total de trabalho entre os modelos de treinamento de força analisados, houve diferença significativa do protocolo

RML em relação aos protocolos força máxima e hipertrofia ( $p < 0,05$ ).

Figura 3. Volume total de carga levantada nas sessões; <sup>a</sup> = diferença significativa em relação ao protocolo força máxima ( $p < 0,05$ ); <sup>b</sup> = diferença significativa em relação ao modelo hipertrofia ( $p < 0,05$ ).



### DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes protocolos de treinamento de força (força máxima, hipertrofia e RML) sobre a percepção de DMIT em indivíduos iniciantes. Os principais achados foram: a) todos os protocolos promoveram aumento na percepção de DMIT e b) a magnitude da DMIT foi maior nos protocolos com maior volume total de carga levantada (força máxima = hipertrofia > RML).

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam a hipótese de que a magnitude da DMIT apresenta relação com o volume total de carga levantada, independente da intensidade do exercício. Os achados do presente estudo são, em parte contraditórios com a hipótese levantada por Nosaka e Newton (8). Estes pesquisadores submeteram indivíduos não-treinados em força ( $n=8$ ) a dois protocolos distintos realizados, exclusivamente, com ações excêntricas. O primeiro protocolo foi realizado com um dos braços, totalizando três séries de 10 repetições máximas e o segundo com o outro braço (quatro semanas depois), realizando três séries com 10 repetições submáximas (50% da força isométrica máxima em um ângulo de 90°). Os resultados indicaram que a magnitude da DMIT foi menor no protocolo submáximo, sugerindo que a menor intensidade causaria menor desconforto muscular. Entretanto, apesar de realizar o mesmo número de contrações, é importante ressaltar que o protocolo máximo realizou maior nível de trabalho total em comparação ao protocolo submáximo. Dessa forma, possivelmente, o maior trabalho realizado foi determinante para a maior percepção de DMIT dos indivíduos. Logo, o delineamento experimental utilizado por Nosaka e Newton (8) não permite avaliar o efeito da intensidade sobre a DMIT.

Já em outro estudo, conduzido por Paschalis et al. (12), foi sugerido que a intensidade da ação isocinética não determina o nível de DMIT, se o trabalho total for equalizado. Neste estudo, homens

destreinados foram submetidos a duas sessões de exercícios excêntricos isocinéticos, utilizando o músculo quadríceps. Cada um dos membros inferiores foi selecionado, randomicamente, para realizar uma sessão de exercício excêntrico, separada por duas semanas de intervalo. Na primeira sessão, os sujeitos realizaram contrações em alta intensidade (12 séries de 10 repetições máximas). Na segunda sessão, os voluntários realizaram contrações contínuas com baixa intensidade (50% do pico de torque) até que o trabalho total atingisse o mesmo valor da primeira sessão. A DMIT foi avaliada após 24, 48, 72 e 96 horas do término das sessões. Os resultados apontaram que a magnitude da DMIT foi semelhante entre os diferentes protocolos ( $p < 0,05$ ). Estes resultados indicam que, de fato, a intensidade *per se* não é determinante da magnitude da DMIT, quando o volume total de trabalho é equalizado, o que corrobora com os resultados do presente estudo.

Mais recentemente, Uchida et al. (11) também avaliaram o efeito de diferentes protocolos de exercício de força, realizados com mesmo volume total de carga levantada, sobre a magnitude da DMIT. Neste estudo, soldados do exército brasileiro foram divididos, randomicamente, em cinco grupos: 50% de 1RM, 75% de 1RM, 90% de 1RM, 110% de 1RM (executando apenas a fase excêntrica) e um grupo controle (sem exercício). A DMIT após o exercício de força apresentou aumento significativo em todos os protocolos. Entretanto, não houve diferença na magnitude da DMIT entre os grupos que foram submetidos aos diferentes protocolos de exercício de força. Tal achado, associado aos resultados obtidos por Paschalis et al. (12), reforça a hipótese de que o volume da sessão apresenta um caráter determinante na ocorrência da DMIT, e não a intensidade, como se acreditava previamente.

Em suma, o presente estudo apresentou resultados que suportam a hipótese de que o volume total da sessão é um fator determinante da magnitude da DMIT no treinamento de força. É importante salientar que a DMIT não, necessariamente, é uma adaptação deletéria. Entretanto, pensando, exclusivamente, em indivíduos iniciantes nessa modalidade, a DMIT pode interferir na aderência ao programa de exercícios. Em uma perspectiva prática, seria desejável que a prescrição dos programas de treinamento de força, particularmente, para os indivíduos iniciantes nessa modalidade, fosse feita considerando o incremento gradual do volume de treinamento, no que se refere ao número de repetições, séries e exercícios realizados. Portanto, o volume total de carga levantada das sessões iniciais de treinamento de força deve ser, cuidadosamente, planejado a fim de minimizar o nível de desconforto muscular.

Através dos resultados apresentados, é possível concluir que os modelos de treinamento de força com maior volume total de carga levantada apresentaram maior magnitude da DMIT. Todavia, ainda se faz

necessário a realização de novos estudos relacionados aos efeitos de diferentes manipulações das variáveis agudas do treinamento sobre a etiologia e a magnitude da DMIT.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da FAPESP (processo 2006/54683-8).

#### REFERÊNCIAS

1. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(2):364-80.
2. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(4):674-88.
3. American College of Sports Medicine (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(3):687-708.
4. Stone MH, Collins D, Plisk S, Haff G, Stone ME. Training principles: evaluation of modes and methods of resistance training. *Strength Cond J* 2000; 22(3):65-76.
5. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training to enhance muscle fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med* 2005; 35(10):841-51.
6. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med* 2003; 33(2):145-64.
7. Connolly DAJ, Sayers SP, Mchugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res* 2003; 17(1):197-208.
8. Nosaka K, Newton M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. *J Strength Cond Res* 2002; 16(2):202-8.
9. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports* 2002; 12(6):337-46.
10. Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, et al. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95(2-3):179-85.
11. Uchida MC, Nosaka K, Ugrinowitsch C, Yamashita A, Martins E Jr, Moriscot AS, et al. Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *J Sports Sci* 2009; 27(5):499-507.
12. Paschalis V, Koutedakis Y, Jamurtas AZ, Mougios V, Baltzopoulos V. Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *J Strength Cond Res* 2005; 19(1):184-8.
13. Baechle TR, Earle RW. *Essential of strength training and conditioning*. 2.ed. Champaign: Human Kinetics, 2000.
14. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Muscle damage and soreness after endurance exercise of the elbow flexors. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(6):920-7.

**Endereço para correspondência:**

Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki  
Universidade de São Paulo - Escola de Artes, Ciências e  
Humanidades  
Av. Arlindo Bettio, 1000  
Ermelino Matarazzo, SP, Brasil  
CEP: 03828-000. E-mail: saldanha.caf@usp.br

Submetido em: 20/09/2010

Aceito em: 10/10/2010