

O EXERCÍCIO SUPINO LIVRE TEM MAIOR DURAÇÃO DA REPETIÇÃO MÉDIA COMPARADO COM O SUPINO MÁQUINA QUANDO ESSA VARIÁVEL É PRESCRITA LIVREMENTE NA MUSCULAÇÃO

Lacerda, L.T.^a; Machado, S.C.^a; Costa, C.G.^a; Barros, A.F.S.^a; Diniz, R.C.R; Lima, F.V.^a.

^a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Laboratório do Treinamento na Musculação (LAMUSC), Belo Horizonte, MG, Brasil.

Email do autor apresentador: lucaustulio@hotmail.com

Palavras chaves: Duração da repetição, Máquinas, Musculação, Pesos livres.

Resumo

Na prática da musculação, a variável duração da repetição (DR) vem sendo prescrita sem um controle quantitativo por profissionais de Educação Física. Sendo assim, faz-se necessário identificar se existem diferenças nas DR de exercícios semelhantes. O estudo teve como objetivo comparar as DR médias durante a realização dos exercícios supino livre com barra (SL) e supino máquina (SM), em programas de treinamento com DR livre. Participaram do estudo 17 indivíduos (5 mulheres e 12 homens), com idade de $29,21 \pm 9,46$ anos e $4,47 \pm 4,12$ anos de prática (SL) e $35,69 \pm 15,70$ anos e $5,07 \pm 5,63$ anos (SM), respectivamente. Foram registradas as DR médias de 60 séries no SL e SM (30 para cada). Verificou-se que as DR médias foram maiores no SL comparado com SM ($2,76 \pm 0,40$ e $2,26 \pm 0,45$ segundos, respectivamente). Possivelmente, a diferença ocorreu devido à influência das variáveis trajetória e amplitude de movimento.

Abstract

In resistance training, the variable duration of repetition (DR) has been prescribed without a quantitative control by Physical Education professionals. Therefore, it is necessary to identify if there are differences in the averages DR of similar exercises. The study had as aim to compare the averages DR during the achievement of exercises bench press and smith machine bench press, in programs of training with free DR. Seventeen volunteers took part of the study (5 female and 12 male). The volunteers aged $29,21 \pm 9,46$ years and $4,47 \pm 4,12$ years of practice (bench press) and $35,69 \pm 15,70$ and $5,07 \pm 5,63$ years (smith machine bench press), respectively. It was registered DR

means 60 sets in the exercises (30 sets for each). It was showed the DR means of bench press was higher than the smith machine bench press ($2,76 \pm 0,40$ and $2,26 \pm 0,45$ seconds, respectively). Possibly, this difference was due to the influence of variables as trajectory and range of motion.

Introdução

Medidas de força dos membros superiores são comumente realizadas usando o exercício supino (SCHICK *et al.*, 2010). Segundo Jones *et al.* (2008), programas de treinamento na musculação são geralmente realizados com pesos livres e em máquinas, como por exemplo, supino livre com barra (SL) e o supino máquina sentado (SM). Embora sejam considerados exercícios cinesilogicamente semelhantes, diferenças entre eles têm sido encontradas (McCAW; FRIDAY, 1994). Exercícios em máquinas têm sido utilizados por serem mais seguros que com pesos livres (HARMAN, 1994), embora se tenham poucos dados científicos que suportam essa afirmativa. Por outro lado, exercícios com pesos livres necessitam de maior coordenação (STONE, 1982) e requerem o controle da barra ou halteres nos três planos de movimento, resultando, dessa forma, em uma maior ativação dos grupos musculares sinergistas (McCAW; FRIDAY, 1994, SCHICK *et al.*, 2010).

Estudos têm mostrado diferenças ao comparar variáveis como força máxima (COTTERMAN *et al.*, 2005; JONES *et al.*, 2008), ativação eletromiográfica (McCAW; FRIDAY, 1994, SCHICK *et al.*, 2010; WELSCH *et al.*, 2005) e as características cinéticas (JONES *et al.*, 2008) entre exercícios realizados com pesos livres e máquinas. Em uma outra perspectiva, praticantes de musculação, frequentemente, usam vários exercícios que envolvem grupos musculares semelhantes na tentativa de alterar o programa de treinamento com o objetivo de aumentar ganhos de hipertrofia e força em determinados músculos (WELSCH *et al.*, 2005). Os músculos motores primários para execução dos exercícios SL e SM são o peitoral maior, tríceps braquial e deltóide anterior, com o deltóide medial agindo com um músculo estabilizador (KELLIS; BALZOPOULOS, 1998). Segundo Schick (2010), o SL oferece maior instabilidade ao executante devido ao fato de proporcionar movimentos na barra em três planos comparado com apenas um plano linear do SM. Considerando a existência destas várias distinções encontradas entre os dois exercícios, levanta-se uma expectativa de que diferenças em outras variáveis do treinamento também possam acontecer entre esses dois exercícios.

A duração da repetição (DR) é definida no presente estudo como o tempo gasto durante as ações musculares envolvidas na repetição. Tem sido verificado que a manipulação da duração da repetição em programas de treinamento na musculação (resistance training programme) provoca diferentes adaptações agudas e crônicas no organismo (GILLIES *et al.*, 2006; TANIMOTO; ISHII, 2006, GOTO *et al.*, 2009), indicando que esta variável não deve ser desconsiderada.

Jones *et al.* (2008) verificaram que a velocidade média e de pico da repetição durante a realização do levantamento olímpico na máquina foi maior quando comparada com a execução do mesmo exercícios com pesos livres. Os autores justificam que essa diferença possa ter sido causada pelo menor peso levantado na máquina comparado com exercício livre. Partindo de um ponto de vista biomecânico, sabe-se que a velocidade é uma grandeza derivada do deslocamento e do tempo (HALL, 2009). Assim, a DR provavelmente é modificada quando se altera o equipamento utilizado para execução do exercício.

Logo, considerando que diferentes DR podem ocasionar diferentes adaptações (GILLIES *et al.*, 2006; TANIMOTO; ISHII, 2006, GOTO *et al.*, 2009), faz-se necessário identificar se existem diferenças nas DR do exercício supino realizado com pesos livres ou em máquinas. Tais informações conduzirão a uma discussão sobre quais as possíveis implicações da DR livre para o treinamento, resultando em orientações importantes para a prescrição do treinamento, principalmente se considerarmos que muitos profissionais não controlam quantitativamente essa variável dentro de um programa de treinamento na musculação.

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi comparar as DR médias durante a realização dos exercícios SL e SM, em programas de treinamento nos quais os indivíduos têm como referência uma DR livre.

Métodos e Procedimentos

A coleta de dados para o estudo foi realizada em duas partes. Na primeira foi verificada a confiabilidade da medida manual do avaliador. Este procedimento foi realizado com o objetivo de identificar possíveis diferenças entre a DR média medida manualmente pelo avaliador nas academias e a medida em laboratório, tendo como referência um metrônomo e calculada com base em dados provenientes de um eletrogoniômetro. Na segunda parte foi realizada a medida da DR no treino diário dos voluntários. Esta foi iniciada somente quando a medida do avaliador foi considerada confiável para as medidas da DR manualmente nos dois exercícios (SL e SM).

Primeira parte: Confiabilidade da medida manual do avaliador

Amostra

Participaram desta parte, 5 indivíduos do sexo masculino, com idade de $24,56 \pm 4,00$ anos e tempo de prática de musculação de $2,48 \pm 2,72$ anos. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Instrumentos

O teste para mensurar a confiabilidade da medida manual do avaliador foi realizado em um equipamento de musculação constituído de uma barra

guiada (massa de 20 kg) e um banco de posicionamento ajustável. O ajuste da resistência externa a ser vencida pelos voluntários foi feito com anilhas de massas conhecidas, sendo a massa de todas aferida em uma balança digital com precisão de 0,01kg. Utilizou-se também um metrônomo (para auxiliar na manutenção das DR) e um eletrogoniômetro, fixado no cotovelo dos voluntários, para o registro da amplitude de movimento articular e o posterior cálculo dos valores da DR. Para registrar as durações totais das séries foi utilizado um cronômetro da marca Ox.> BSH-200 acionado manualmente, sempre pelo mesmo avaliador.

Procedimentos

A confiabilidade da medida manual do avaliador foi realizada durante a realização de 30 séries, cuja DR deveria ser mantida em seis segundos, tendo como referência um metrônomo, no exercício supino guiado. Quando a série era iniciada, a medida da DR foi feita simultaneamente por meio de dois aparelhos: o cronômetro acionado manualmente sempre pelo mesmo pesquisador e o eletrogoniômetro. O eletrogoniômetro foi fixo no cotovelo dos voluntários. O registro do sinal do eletrogoniômetro foi realizado com uma frequência de aquisição de 1000 hz, convertido de analógico para digital por uma placa A/D, e direcionado a um laptop, alimentado por bateria. Então, o dado bruto foi filtrado por meio de um filtro de 4ª ordem do tipo *Butterworth*, passa-baixa com frequência de corte de 10Hz. Para a aquisição e tratamento dos sinais, foi utilizado um programa de aquisição de dados. O tempo gasto entre os momentos de menor amplitude de movimento no cotovelo a cada repetição foram considerados como a DR. Com o cronômetro manual, foram registradas durações totais das séries e posteriormente calculados os valores das DR médias em cada série, dividindo o valor registrado pelo número de repetições realizadas pelo voluntário. Esses procedimentos foram feitos no Laboratório do Treinamento na Musculação (LAMUSC) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Análise estatística e resultados

Para comparar as DR médias dos dados registrados pelo avaliador e pelo computador, foi realizado o teste t pareado ($p < 0,05$), utilizando o programa SPSS para *Windows* 15.0. Não foram encontradas diferenças significativas entre as DR médias registradas pelo avaliador e pelo eletrogoniômetro ($5,96 \pm 0,12$ e $5,97 \pm 0,13$ segundos, respectivamente; $p < 0,05$). Com tais resultados, a medida manual do avaliador com o cronômetro foi considerada confiável para que a segunda parte do estudo fosse iniciada.

Segunda parte: Comparação da DR realizada nos dois exercícios

Amostra

Participaram desta parte 17 indivíduos, sendo 5 mulheres e 12 homens. Registraram-se as durações totais de 60 séries em programas de treinamento de indivíduos que não controlavam quantitativamente a DR (duração da repetição livre), e que realizavam três séries nos exercícios utilizados no estudo em seu programa regular de musculação. Para cada exercício, foram registradas as durações das séries de dez indivíduos. No entanto, alguns indivíduos realizavam os dois exercícios em seu programa de treinamento atual, sendo assim, esses indivíduos tiveram o registro das durações totais tanto no SL quanto no SM. Os voluntários cujas durações foram medidas no exercício SL apresentaram idade de $29,21 \pm 9,46$ anos e $4,47 \pm 4,12$ anos de prática de musculação. Já os voluntários do exercício SM tinham idade de $35,69 \pm 15,70$ anos e $5,07 \pm 5,63$ anos de prática de musculação. Os dados estão expressos em média \pm desvio-padrão.

Instrumentos

O mesmo cronômetro utilizado nos testes em laboratório, acionado manualmente pelo mesmo pesquisador, foi também utilizado para registrar as durações totais das séries nas academias.

Procedimentos

A coleta dos dados foi feita em academias de musculação em Belo Horizonte, no momento em que os indivíduos estavam realizando o seu programa regular de musculação, o qual não foi modificado. Foram registradas durações totais das série, com o cronômetro manual, e posteriormente calculados os valores das DR médias em cada série, pelo mesmo processo feito na primeira parte do estudo, como exemplificado a seguir:

$$\text{DR média (s)} = \text{Duração total (s)} / \text{Número de repetições}$$

Análise estatística

Para análise estatística dos dados das DR médias dos SL e SM foi utilizado o programa SPSS 15.0. Como os dados apresentaram distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, a análise paramétrica foi conduzida por meio do teste T para amostras independentes para comparar as DR médias nos dois exercícios. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados

Os valores médios e desvio padrão das DR médias encontradas nos dois exercícios estão apresentados na tabela 1. Por meio do teste T para amostras independentes, verificou-se que a DR média do exercício SL foi maior do que a do SM ($p = 0,00002$).

TABELA 1
Média e desvio padrão da duração da repetição em cada exercício.

Exercício	Média(s)	DP(s)	Valores mínimos	Valores máximos
SL	2,76*	0,40	2,03	3,58
SM	2,26	0,45	1,41	3,14

DP= Desvio padrão; * SL > SM ($p < 0,05$)

Discussão

Os resultados deste estudo mostraram que as DR médias foram de 2,76s para o SL e de 2,26s para o SM, confirmando que exercícios realizados em máquinas comparados com os realizados com pesos livres podem ter DR médias diferentes.

A maior velocidade de movimento para realização do exercício levantamento olímpico realizado em máquina comparado com o realizado com pesos livres encontrados nos estudo de Jones (2008) ajudam a explicar os resultados encontrados no presente estudo. Como a velocidade é uma grandeza derivada do deslocamento e do tempo (HALL, 2009), a variável tempo, que no presente estudo é a DR média, é influenciada pela velocidade de movimento e pelo deslocamento. Além do mais, segundo Jones *et al.* (2008) a maior velocidade de movimento encontrada na máquina foi devido ao menor peso levantado comparado com exercício livre. Assim, também tendo com base a curva de Hill (1938), na qual se decreve que maiores velocidades de movimento são alcançadas quando se tem menores resistências externas, pode-se especular que os voluntários realizaram o SM com uma menor resistência externa a ser vencida, o que, possivelmente, proporcionou menores DR médias comparado com SL. Reforça este raciocínio o fato de que um menor desempenho no teste de 1RM em exercícios com máquina quando comparados com exercícios realizados com pesos livres tem sido encontrado (JONES *et al.*, 2008). Dessa forma, as DR médias no SL foram maiores do que no SM, em parte, pelo fato desse ter apresentado menor velocidade de movimento, conforme sugerido por Jones *et al.* (2008).

A influência do deslocamento na DR pode ser explicada por meio da análise da trajetória dos exercícios. No estudo de Jones *et al.* (2008), os indivíduos terminaram a execução no exercício levantamento olímpico realizado na máquina com o corpo mais inclinado para frente comparado com o exercício realizado com pesos livres, o que sugere que a trajetória seja diferente entre os exercícios. Analogamente, Schick *et al.* (2010) reportam que no SL a trajetória pode ter um formato de “C”, no qual consiste em um maior deslocamento do que a trajetória linear, enquanto no SM essa trajetória seria linear e dependente da mecânica do aparelho, permitindo maior ou menor grau de liberdade ao executante. Desta forma, é possível que no presente estudo a trajetória no SL também tenha sido maior do que a executada no SM, pois este exercício, provavelmente, apresente maior grau de liberdade de movimento ao executante, permitindo que o voluntário aplicasse força em diferentes planos de movimento, resultando numa trajetória não linear do movimento da barra, o que levaria a maiores DR médias. Já durante a execução do SM, uma trajetória linear devido a restrição imposta pela máquina pode ter levado a um menor deslocamento, conseqüentemente, a menores DR médias.

Contudo, deve-se ressaltar que o objetivo do presente estudo foi descrever e comparar as DR médias quando não há um controle de sua execução. Não é possível inferir se esta diferença ocasionará adaptações diferenciadas cronicamente, pois não houve controle de outras variáveis com peso, número de repetições e amplitude de movimento que influenciam o desempenho. Dessa forma, sugere-se que estudos posteriores investiguem estas perspectivas.

Conclusão

Os resultados encontrados no presente estudo apontam que a DR média realizada no exercício SL foi maior quando comparada com a realizada no SM, em programas de treinamento na musculação em que essa variável foi prescrita livremente. Provavelmente, essa diferença possa ter ocorrido devido à influência de outras variáveis tais como trajetória e amplitude de movimento. Segue como sugestão para os professores de Educação Física um controle quantitativo da prescrição desta variável, levando em consideração que diferenças entre as DR médias podem ocorrer entre exercícios cinesiologicamente semelhantes e, conseqüentemente, influenciar outros componentes da carga de treinamento.

Referências Bibliográficas

- COTTERMAN, M.L.; DARBY, L.A.; SKELLY, W.A. (2005) Comparison of muscle force production using the smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19: 169-176.
- GILLIES, E.M.; PUTMAN, C.T., BELL, G.J. (2006) The effect of varying the time of concentric and eccentric muscle actions during resistance training on skeletal muscle adaptations in women. *European Journal Applied Physiology*, 97: 443-453.
- GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUKA, T.; KRAEMER, R.R.; HONDA, Y.; TAKAMATSU, K. (2009) Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *European Journal of Applied Physiology*, 106: 731-739.
- HALL, S.J. (2009) *Biomecânica Básica*. 5.ed. Barueri, SP: Manole, 320-322.
- HARMAN, E. (1994) The biomechanics of resistance exercise. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. T.R. Baechle, ed. Champaign: Human Kinetics Books, 19-50.
- HILL, A.V. (1938) The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 136-195.
- JONES, R.M.; FRY, A.C.; WEISS, L.W.; KINZEY, S.J.; MOORE, C.A. (2008) Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *Journal Strength Conditioning Research*, 24: 779-84.
- KELLIS, E.; BALZOPOULOS, V. (1998) Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30: 16-23.
- McCAW, S.T.; FRIDAY, J.J. (1994) A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8: 259-264.
- SCHICK, E.E.; COBURN, J.W.; BROWN, L.L.; JUDELSON, D.A.; KHAMOUI, A.V.; TRAN, T.T.; URIBE, B.P. (2010) A comparison of muscle activation between a smith machine an free weight bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 779-784.
- STONE, M.H. (1982) Considerations on gaining a strength-power training effect (machines vs. free weights). *NSCA Journal*, 4: 22-24.
- TANIMOTO, M.; ISHII, N. (2006) Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*, 100: 1150-57.
- WELSCH, E.A.; BIRD, M.; MAYHEW, J.L. (2005) Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19: 449-452.

Endereço para correspondência- Universidade Federal de Minas Gerais - EEFFTO
Avenida Presidente Carlos Luz, 4664, Pampulha, Belo Horizonte, MG.
CEP: 31310-250 – Telefone CENEX EEFFTO - (31) 3409-2314