

ORIGINAL INVESTIGATION (ARTIGO ORIGINAL)

ESTIMATIVA DE FORÇA MÁXIMA EM EXERCÍCIOS DE MUSCULAÇÃO BASEADOS EM PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS DE HOMENS E MULHERES FISICAMENTE ATIVOS

MAXIMAL STRENGTH ESTIMATION IN RESISTANCE TRAINING EXERCISES BASED ON ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF PHYSICALLY ACTIVE MEN AND WOMEN

Michel Arias Brentano¹, Eduardo Lusa Cadore¹, Eduardo Marczwski da Silva¹, Rodrigo Ferrari da Silva¹ E Luiz Fernando Martins Kruehl¹

¹Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT), Laboratório de Pesquisa do Exercício, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Corresponding author:

Michel Arias Brentano, GPAT, Laboratório de Pesquisa do Exercício, UFRGS, Rua Felizardo, 750, CEP: 90690-200. Porto Alegre, RS – Brasil.
Fax: 555133165842.
Tel: 555133165820.
E-mail: michel.brentano@terra.com.br

Submitted for publication: November 2008

Accepted for publication: December 2008

RESUMO

BRENTANO, M. A.; CADORE, E. L.; SILVA E. M.; SILVA, R. F.; KRUEHL, L. F. M. Estimativa de força máxima em exercícios de musculação baseados em parâmetros antropométricos de homens e mulheres fisicamente ativos. *Brazilian Journal of Biomotricity*, v. 2, n. 4, p. 294-301, 2008. A prescrição da intensidade do treinamento de força pode ser determinada através do percentual relativo ao valor do teste de uma repetição máxima (1RM). Alguns fatores, como a carga teste inicial e o tempo para a realização do teste inviabilizam sua aplicação em ambientes de trabalho não individualizados. Alguns estudos propuseram coeficientes para estimar a carga teste inicial em diferentes exercícios, baseados na relação entre a massa corporal e produção de força muscular. Porém, esses estudos não levaram em consideração a composição corporal e o nível de treinamento desses indivíduos. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi estabelecer coeficientes de estimativa de força máxima (1RM) baseados na massa corporal e na massa magra, considerando o nível de treinamento dos indivíduos. A amostra foi composta por 80 indivíduos, (42 homens e 38 mulheres). e todos tiveram a sua composição corporal (dobras cutâneas) e força máxima (1RM nos exercícios extensão de joelhos, supino, remada alta e rosca bíceps) mensurados. As correlações entre força máxima em cada exercício e a massa corporal e massa corporal magra dos indivíduos foram feitas através do teste de correlação de Pearson (p < 0,05). Comparações entre os valores de força estimados pelos coeficientes e os valores "reais" de força, foram efetuadas através de teste t dependente

e a comparação entre os gêneros foi feita com teste t independente. Tanto a MC como a MM foram correlacionados com os níveis de força nos exercícios analisados. Nós concluímos que os coeficientes estabelecidos a partir da MC e MM podem ser usados para estimar a força máxima de homens e mulheres fisicamente ativos.

PALAVRAS CHAVE: composição corporal, teste de 1RM, predição de força.

ABSTRACT

BRENTANO, M. A.; CADORE, E. L.; SILVA E. M.; SILVA, R. F.; KRUEL, L. F. M. Maximal strength estimation in resistance training exercises based on anthropometric parameters of physically active men and women. *Brazilian Journal of Biomotricity*, v. 2, n. 4, p. 294-301, 2008. The strength training intensity is commonly determined by one maximum repetition test (1RM) percentages. However, the excessive time expended to do this measurement, make it difficult your utilization in non-individualized groups. There are coefficients estimating maximal force, based in body mass/force relationship. However, there is no information about lean body mass/force relationship and training status. The aim of this study was create coefficients to estimate maximal strength (1RM) based in body mass (BM) and lean body mass (LBM), considering training status. Eighteen subjects (42 men and 38 women) were measured in body composition (skinfolds) and maximal strength (1RM – knee extension, bench press, rear deltoid row and arm curl). Correlations between maximal strength, body mass and lean body mass were obtained by Pearson test ($P \leq 0,05$). Comparisons between the strength values obtained by coefficients and the “real” strength values, were made by dependent t test and comparisons between sex were made by independent t test. Both BM and LBM were correlated with maximal strength in all selected exercises. We concluded that the coefficients stated by BM and LBM can be used to estimate maximal strength in physical active men and women.

KEY WORDS: body composition, 1RM test, strength prediction.

INTRODUÇÃO

O teste de uma repetição máxima (1RM), que determina a maior carga que pode ser sustentada em uma única repetição em exercícios contra resistência, é o método mais comum para verificar a força de populações em geral (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001). Os procedimentos para a realização desse teste incluem: a familiarização com os exercícios testados, o aquecimento geral e específico, a determinação da carga teste inicial, o intervalo adequado entre as tentativas e a realização de 3 a 8 tentativas para a determinação do valor final (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001).

A prescrição da intensidade do treinamento de força (TF), popularmente conhecido como musculação, pode ser realizada através de percentuais relativos ao valor do teste de 1RM, de acordo com o objetivo do treinamento (HAKKINEN et al., 2001). Entretanto, alguns fatores, como a determinação da carga teste inicial e o tempo para realização do teste dificultam a sua aplicação em ambientes de trabalho não individualizados. Visando facilitar a aplicação dessa avaliação, Baechle e Groves (2000) propuseram coeficientes para a estimar “cargas teste” em diferentes exercícios de musculação, baseando-se na relação da massa corporal (MC) com a produção de força muscular. Esses coeficientes são obtidos pela divisão da força máxima em cada exercício pela massa magra (MM) ou MC dos indivíduos (JARIC, 2002). Na presente revisão, esses parecem ser os únicos autores que propõem coeficientes a fim de estimar a força muscular de homens e mulheres, em exercícios de musculação. No entanto, não são propostos coeficientes baseados na MM.

Alguns estudos demonstraram a existência de uma estreita relação entre a MM

e a produção de força muscular (ROEMMICH e SINNING, 1997; HICKNER et al., 2001). Hickner et al. (2001), avaliando a força muscular de indivíduos antes e após uma corrida em declive, observaram que os indivíduos que possuíam menor razão entre a massa gorda (MG) e a MM (MG/MM), apresentavam uma menor perda da força muscular após a corrida em declive. No estudo de Roemmich & Sinning (1997), avaliando lutadores em diferentes momentos da temporada competitiva, observaram uma alta correlação entre as mudanças na MM e as alterações na força ($r = 0.72$, $P < 0,001$) e potência musculares ($r = 0.99$, $P < 0,001$).

Baseado na relação existente entre MM e força muscular (ROEMMICH e SINNING, 1997; HICKNER et al., 2001) possivelmente haja uma melhor relação entre a MM e a carga máxima suportada por um indivíduo durante o teste de 1RM, do que a MC. Sendo assim, esse estudo tem como objetivo estabelecer coeficientes de estimativa de força máxima (1RM) para homens e mulheres, baseados na relação entre Força x MM e Força x MC, em diferentes exercícios de musculação. Nós hipotetizamos que serão observados maiores níveis de correlação entre os valores de MM e força máxima, em relação aos níveis observados entre MC e força, sugerindo a elaboração de coeficientes preferencialmente a partir da MM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

O presente estudo contou com uma amostra de 80 indivíduos, de ambos os gêneros, da Escola de Educação Física (Esef) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) familiarizados com exercícios de musculação, com idades entre 20 e 30 anos e que não apresentavam histórico de lesão neuromuscular. As características descritivas podem ser observadas na tabela 1. Cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos metodológicos desse estudo através da leitura de um termo de consentimento que foi assinado por cada participante. Esses indivíduos foram separados por gênero formando dois grupos: homens (GH) e mulheres (GM). Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TABELA 1 – Dados de caracterização da amostra (média \pm desvio-padrão)

| | Homens (n=42) | Mulheres (n=38) |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| Idade (anos) | 22,8 \pm 4,38 | 23,5 \pm 4,72 |
| Estatura (metros) | 1,76 \pm 0,07 | 1,62 \pm 0,06 |

Avaliação antropométrica

Foram mensuradas a estatura e a massa corporal dos indivíduos, a partir de um estadiômetro e de uma balança analógica da marca ASIMED respectivamente. A densidade corporal foi estimada através dos protocolos de dobras cutâneas propostos por Jackson & Pollock (1978) e Pollock et al. (1980) para homens e mulheres respectivamente, onde foram mensuradas as dobras

tricipital, axilar, coxa, subescapular, suprailíaca, abdominal e peitoral com um plicômetro CESCORF, com resolução de 1mm.

Os resultados encontrados foram colocados na formula de Siri (HEYWARD e STOLACZYK, 2001) para a estimativa de massa gorda (MG). A MM foi obtida a partir da subtração da MG em relação à MC.

Força muscular dinâmica (1RM)

Todos indivíduos foram submetidos a um teste de força máxima (1RM) nos exercícios de extensão do joelho (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001), flexão do cotovelo (MORITANI e DE VRIES, 1979), remada alta e supino (MARX et al., 2001). Em cada um dos testes, foi utilizado um percentual da massa corporal para o cálculo da carga teste, calculado a partir dos coeficientes propostos por Baechle & Groves (2000). Após a seleção da carga, cada indivíduo realizava o maior número possível de repetições de cada exercício, alcançando, no máximo, 10 repetições. Após a execução do teste, conforme o número de repetições realizadas, a carga era redimensionada através dos valores propostos por Lombardi (1989) a fim de estimar o valor correspondente a 1RM. O teste era novamente realizado para a verificação da carga e, se esta não fosse equivalente ao máximo do indivíduo, o mesmo procedimento era repetido até que, no máximo, 5 tentativas fossem executadas. Entre cada tentativa, foi dado um intervalo de 2 minutos, tempo adequado para que as reservas energéticas de creatina-fosfato fossem restauradas (SMITH et al., 1997). Em cada tentativa, as fases concêntrica e excêntrica tiveram a duração de 2 segundos cada uma. Esse controle da velocidade foi feito a partir de um metrônomo (marca QUARTZ).

Correlações

Para se estabelecer coeficientes de estimativa de força máxima nos exercícios analisados foram estabelecidas correlações entre os valores de força encontrados nos testes de 1RM e a MC e a MM dos indivíduos.

Coeficientes

Os coeficientes de estimativa de força máxima nos exercícios selecionados foram obtidos através da normalização dos valores de 1RM pela MC e a MM (JARIC, 2002).

Procedimentos Estatísticos

Foi utilizada estatística descritiva. A normalidade e homogeneidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Foi utilizado o coeficiente de Pearson para estabelecer correlações entre os valores de força e os parâmetros antropométricos (MC e MM) dos indivíduos em cada um dos 4 exercícios realizados, além de um teste t independente para verificar se existiam diferenças nos coeficientes entre os gêneros e um teste t dependente para a comparação dos valores reais de força máxima com os valores estimados pelos coeficientes obtidos. Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS versão 11.0, considerado um alfa de 5%.

RESULTADOS

Composição corporal

Os homens apresentaram maiores valores de MC e de MM quando comparados às mulheres (tabela 2).

TABELA 2 – Valores absolutos (kg) de massa corporal (MC) e massa magra (MM). *maior que os valores de mulheres ($p < 0,05$).

| | Homens (n=42) | Mulheres (n=38) |
|---------|---------------|-----------------|
| MM (kg) | *60,4 ± 5,8 | 41,6 ± 3,1 |
| MC (kg) | *70,1 ± 8,6 | 54,3 ± 4,3 |

Força muscular dinâmica (1RM):

A tabela 3 mostra os valores de 1RM de homens e mulheres nos 4 exercícios analisados. Os homens apresentaram maiores valores de força em todos exercícios quando comparados às mulheres.

TABELA 3 – Valores de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios analisados. (*) maior que os valores de mulheres ($p < 0,05$).

| Exercício | Homens (n=42) | Mulheres (n=38) | t | sig |
|-----------------------|------------------|--------------------|--------|------|
| Remada alta (kg) | 56,2 ± 9,6* | 30,6 ± 5,3 | 14,509 | 0,00 |
| Extensão joelhos (kg) | 64,3 ± 11,4* | 39,2 ± 8,1 | 11,12 | 0,00 |
| Supino (kg) | 88,8 ± 19,5* | 28,3 ± 10,5 | 16,864 | 0,00 |
| Rosca Bíceps (kg) | 16,3 ± 2,6* | 8,3 ± 1,6 | 16,308 | 0,00 |

Correlações

Foram encontradas correlações entre a força e MC em cada um dos 4 exercícios ($p < 0,01$). Na extensão de joelhos foi encontrada uma correlação de $r = 0,794$. Na remada alta foi encontrada uma correlação de $r = 0,753$. No exercício de supino foi encontrada uma correlação de $r = 0,772$. E no exercício de rosca bíceps foi encontrada correlação de $r = 0,729$. Também foram encontradas correlações entre a força e MM em cada um dos 4 exercícios ($p < 0,01$). Na extensão de joelhos foi encontrada uma correlação de $r = 0,873$. Na remada alta foi encontrada uma correlação de $r = 0,858$. No exercício de supino foi encontrada uma correlação de $r = 0,912$ e no exercício de rosca bíceps foi encontrada correlação de $r = 0,868$.

Coeficientes

A partir das correlações encontradas, foram estabelecidos coeficientes de estimativa de força para o teste de 1RM para homens e mulheres nos exercícios de supino, remada alta, extensão de joelhos e rosca bíceps (quadro 1).

Quadro 1 – Coeficientes estabelecidos a partir das da massa corporal (MC) e massa magra (MM) em homens e mulheres.

| Exercício | Remada alta | Extensão Joelho | Supino | Rosca Bíceps |
|-------------|-------------|-----------------|--------|--------------|
| Homens MM | 0,93 | 1,06 | 1,47 | 0,27 |
| Homens MC | 0,81 | 0,92 | 1,27 | 0,23 |
| Mulheres MM | 0,74 | 0,94 | 0,67 | 0,2 |
| Mulheres MC | 0,57 | 0,72 | 0,52 | 0,15 |

A análise dos valores “reais” comparados aos valores estimados pelos coeficientes obtidos pela MC e pela MM não mostrou diferenças entre esses valores (tabela 4).

TABELA 4 – Valores em quilos (kg) de uma repetição máxima “real (1RM_{real}) e estimados pela massa corporal (1RM_{estMC}) e massa magra (1RM_{estMM}) nos exercícios analisados.

| Remada alta | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMC} (kg) | t | sig |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------|------------|
| Homens | 56,2 ± 9,6 | 56,7 ± 7,02 | 0,749 | 0,459 |
| Mulheres | 30,6 ± 5,4 | 29,9 ± 2,4 | -0,390 | 0,699 |
| | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMM} (kg) | | |
| Homens | 56,2 ± 9,6 | 56,2 ± 5,4 | 1,249 | 0,219 |
| Mulheres | 30,6 ± 5,4 | 29,6 ± 2,3 | 0,011 | 0,992 |
| Extensão Joelho | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMC} (kg) | | |
| Homens | 64,3 ± 11,4 | 64,5 ± 8,1 | 0,560 | 0,579 |
| Mulheres | 39,2 ± 8,1 | 38,6 ± 3,1 | -0,155 | 0,878 |
| | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMM} (kg) | | |
| Homens | 64,3 ± 11,4 | 64 ± 6,23 | 1,197 | 0,239 |
| Mulheres | 39,2 ± 8,1 | 37,9 ± 2,9 | 0,180 | 0,858 |
| Supino | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMC} (kg) | | |
| Homens | 88,8 ± 19,5 | 88,9 ± 11 | 0,303 | 0,764 |
| Mulheres | 27,8 ± 2,2 | 28,3 ± 10,5 | -0,045 | 0,965 |
| | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMM} (kg) | | |
| Homens | 88,8 ± 19,5 | 88,8 ± 8,5 | 0,466 | 0,644 |
| Mulheres | 28,3 ± 11 | 27,5 ± 2,1 | 0,033 | 0,973 |
| Rosca Bíceps | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMC} (kg) | | |
| Homens | 16,3 ± 2,6 | 16,1 ± 2 | 0,251 | 0,804 |
| Mulheres | 8,2 ± 1,6 | 8,2 ± 0,6 | 0,384 | 0,703 |
| | 1RM_{aval} (kg) | 1RM_{estMM} (kg) | | |
| Homens | 16,3 ± 2,6 | 16,3 ± 1,6 | -0,468 | 0,643 |
| Mulheres | 8,2 ± 1,6 | 8,4 ± 0,6 | -0,046 | 0,964 |

DISCUSSÃO

No presente estudo foram encontradas correlações entre os valores de força em cada exercício e a MC ou a MM dos indivíduos, o que viabilizou a criação e coeficientes de estimativa de força máxima nos exercícios analisados. No entanto, encontramos valores de “r” mais elevados quando consideramos a MM, suportando a nossa hipótese. Sendo assim, parece mais interessante a utilização e/ou elaboração de coeficientes de força máxima à partir da MM. Alguns estudos já mostravam uma relação entre MM e produção de força muscular (ROEMMICH e SINNING, 1997; HICKNER et al., 2001). Entretanto, nenhum estudo anterior havia analisado essa relação considerando exercícios de musculação.

No entanto, analisando a comparação dos valores de 1RM com as estimativas desse valor baseadas na MC e na MM, percebe-se que não existem diferenças entre esses valores. Os nossos resultados sugerem que tanto a MC quanto a MM podem ser utilizados como indicativos de força máxima, e os coeficientes obtidos por esses parâmetros poderiam ser utilizados para a prescrição do treinamento resistido. Entretanto, deve ser salientado que a estimativa de MM foi obtida através de um determinado protocolo de dobras cutâneas fazendo com que os coeficientes obtidos a partir da MM, nesse estudo, provavelmente apresentem maiores erros do que as estimativas baseadas na MC, se outros protocolos de dobras cutâneas forem utilizados. Sendo assim, os valores estimados pelos coeficientes baseados na MC poderiam ser mais generalizados, já que a MC é obtida de forma “direta”, diferentemente da MCM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo permitiram a elaboração de coeficientes a partir da MM e da MC dos indivíduos nos quatro exercícios de musculação selecionados. Os coeficientes estabelecidos a partir da MM podem ser usados para estimar a força máxima com uma boa exatidão, se utilizado um determinado protocolo de dobras cutâneas, enquanto os coeficientes e equações baseados na MC apresentam a vantagem de estarem baseados em uma medida que é realizada de forma “direta” e mais simples de ser obtida, portanto podendo ser mais generalizada.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os coeficientes elaborados nesse estudo poderão colaborar com profissionais que trabalham com o treinamento de força, ajudando e facilitando na prescrição e acompanhamento do treinamento. Os coeficientes, por possibilitarem a escolha de cargas iniciais mais adequadas para a realização do teste de 1RM, diminui o tempo necessário para essa avaliação, tornando mais viável a sua utilização para a prescrição em grandes grupos.

REFERÊNCIAS

- BAECHLE, T. R.; GROVES, G. R. Treinamento de força – passos para o sucesso. São Paulo. Manole, 2000.
- HAKKINEN, K.; KRAEMER, W. J.; NEWTON, R. U.; ALLEN, M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica* v. 171, p. 51-62, 2001.
- HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo. Manole, 2001.
- HICKNER, R. C.; MEHTA, P. M.; DYCK, D.; DEVITA, P.; HOUMARD, J. A.; KOVES, T.; BYRD, P. Relationship between fat-to-fat-free mass ratio and decrements in leg strength after downhill running. *Journal of Applied Physiology* v. 90, p. 1334-1341, 2001.
- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition* v. 40, p. 497-504, 1978.
- JARIC, S. Muscle Strength Testing – Use of Normalization for Body Size. *Sports Medicine* v. 32, p. 615-631, 2002.
- LOMBARDI, V. P. Beginning weight training: the safe and effective way. Dubuque, 1989.
- MARX, J. O.; RATAMESS, N. A.; NINDL, B. C.; GOTSHALK, L. A.; VOLEK, J. S.; DOHI, K.; BUSH, J. A.; GOMEZ, A. L.; MAZZETTI, S. A.; FLECK, S. J.; HAKKINEN, K.; NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports & Exercise* v. 33, p. 635-643, 2001.
- MORITANI, M. A.; DE VRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine* v. 58, p. 115-130, 1979.
- PLOUTZ-SNYDER, L. L.; GIAMIS, E. L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and Young women. *Journal of Strength and Conditioning Research* v. 15, p. 519-523, 2001.
- POLLOCK M. L.; SCHMIDT D. H.; JACKSON, A. S. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. *Comprehensive Therapy* v. 6, p. 12-27, 1980.
- ROEMMICH, J. N.; SINNING, W. E. Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. *Journal of Applied Physiology* v. 82, p. 1751-1759, 1997.
- SMITH, S.; MONTAIN, S.; MATLORR, R.; ZIENTARA, G.; JOLEZS, F.; FIELDING, R. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology* v. 85, p. 1349-1356, 1998.