

Estimativa da força máxima dinâmica através de coeficientes e de análise de regressão linear baseados em parâmetros antropométricos de homens destreinados em força

CDD. 20.ed. 796.022
796.073

Gesséler Campos de Oliveira MARQUES*
Michel Arias BRENTANO*
Luiz Fernando Martins KRUEL*

*Universidade Federal
do Rio Grande do Sul.

Resumo

Porcentagens do teste de uma repetição máxima (1 RM) são utilizadas na prescrição da intensidade no treinamento de força, conforme os objetivos. Porém esse teste envolve um longo tempo de execução, principalmente pela dificuldade de encontrar carga teste inicial. Valores estimados de 1 RM têm sido propostos através de parâmetros antropométricos; entretanto, poucos exercícios foram investigados. Sendo assim, o presente estudo teve objetivo de criar coeficientes de estimativa de 1 RM através da massa corporal e da massa corporal magra em três exercícios de musculação. Dezesesseis homens, estudantes universitários, destreinados em força, tiveram a sua composição corporal (dobras cutâneas) e força máxima dinâmica (1 RM nos exercícios puxada pela frente, voador e tríceps) mensurados. As correlações entre força máxima dinâmica em cada exercício e a massa corporal e massa corporal magra dos indivíduos foram feitas através do teste de correlação de Pearson ($p \leq 0,05$). Comparações entre os valores de força estimados pelos coeficientes, pelas equações de regressão linear e os valores "reais" de força, foram efetuadas através de análise da variância com medidas repetidas (ANOVA), além do teste post hoc Bonferroni. Foi observada uma correlação significativa apenas entre a massa magra e os valores de 1 RM nos exercícios puxada pela frente ($r = 0,538$, $p < 0,05$), voador ($r = 0,502$, $p < 0,05$) e tríceps pulley alto ($r = 0,556$, $p < 0,05$), resultando nos coeficientes de 1,01, 0,92 e 0,52, respectivamente. Concluímos que os coeficientes estabelecidos a partir da massa corporal magra podem ser usados para estimar a força máxima dinâmica de homens destreinados.

UNITERMOS: Composição corporal; Teste de 1 RM; Predição de força.

Introdução

A prática de exercícios físicos além de promover um benefício para saúde, também ajuda no desenvolvimento e na manutenção da aptidão física (POWERS & HOWLEY, 2000). A aptidão física é composta por uma série de características motoras envolvendo a aptidão cardiorrespiratória, a força muscular e endurance muscular, a flexibilidade e a composição corporal, que inclui massa corporal total, massa de gordura e a massa corporal magra (POWERS & HOWLEY, 2000).

Devido à importância que a força e a endurance muscular têm para a saúde e a aptidão física das

pessoas, além de ser importante para o desempenho físico em inúmeras atividades esportivas (DIAS, CYRINO, SALVADOR, CALDEIRA, NAKAMURA, PAPST, BRUNA & GURJÃO, 2005), a procura pelo treinamento de força tem aumentado ao longo dos anos (POWERS & HOWLEY, 2000) e sido alvo de muitas pesquisas. Isso fez com que os métodos de controle da intensidade de esforço para a prescrição do exercício de força sejam preocupação dos profissionais responsáveis pelo treino, na busca de métodos confiáveis e eficazes (MOURA, PERIPOLLI & ZINN, 2003) para que os objetivos dos indivíduos

que praticam esse tipo de treinamento sejam alcançados com segurança e eficiência (PRESTES, MOURA & HOPF, 2002), respeitando a sua individualidade (MOURA, PERIPOLLI & ZINN, 2003), atingindo um benefício máximo com um risco mínimo (POWERS & HOWLEY, 2000).

O controle das cargas iniciais no treinamento de força em academias, clubes e centros de atividades físicas geralmente é feito através da experiência do professor, que através de um exame visual do aluno escolhe a carga (CAPINASSU, 1989) e avalia a reação do praticante para um determinado número de repetições (PRESTES, MOURA & HOPF, 2002). A experiência do profissional serve também para modular as cargas de treinamento, e obviamente quanto mais experiente, mais fácil torna-se a prescrição (MOURA, PERIPOLLI & ZINN, 2003). Entretanto, alguns profissionais utilizam testes de força máxima dinâmica para prescrever e ajustar as cargas (PRESTES, MOURA & HOPF, 2002).

A força máxima dinâmica é frequentemente avaliada através do teste de uma repetição máxima, o 1 RM (PEREIRA & GOMES, 1989), que pode ser definido como maior quilagem movimentada, dentro de um movimento previamente determinado, em somente uma repetição, ou seja, uma repetição máxima possível de execução (MOURA, BORHER, PRESTES & ZINN, 2004). Saber qual é a força dinâmica máxima de um indivíduo em um determinado exercício possui alguns objetivos, e entre esses objetivos destaca-se a utilização do teste para o controle da carga de treino e acompanhamento do ganho de força decorrente do treinamento (MOURA et al., 2004).

Porém o teste de 1 RM possui algumas dificuldades para a sua aplicação, como o longo tempo de envolvimento para a realização do teste (MAYHEW, WARE, BEMBEN, WILT, WARD, FARRISS, JURASZEK & SLOVAK, 1999; PEREIRA & GOMES, 1989; SILVA, BRENTANO, CADORE, SILVA & KRUEL, 2004; SILVA, CADORE, BRENTANO, SILVA, SPINELLI & KRUEL, 2005; UCHIDA, CHARRO, BACURAU, NAVARRO & PONTES JÚNIOR, 2005), e dificuldades para encontrar a carga teste inicial (SILVA et al., 2004, 2005), além de possíveis riscos de lesão com o uso de cargas altas (CAPINASSU, 1989; MARINS & GIANNICHI, 1998; MAYHEW, PIPER & WARE, 1993; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; PEREIRA & GOMES, 1989; TRITSCHLER, 2003) e de ser contra indicado para determinadas populações

(CAPINASSU, 1989; MARINS & GIANNICHI, 1998; MAYHEW, PIPER & WARE, 1993; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; MOURA, PERIPOLLI & ZINN, 2003; RODRIGUES, 1998; TRITSCHLER, 2003).

Devido aos problemas relacionados na sua aplicação, alguns estudos buscaram relacionar a força máxima dinâmica, no teste de 1 RM, com variáveis antropométricas e repetições com cargas submáximas, desenvolvendo coeficientes e equações de estimativa de força máxima dinâmica (PEREIRA & GOMES, 1989), em alguns exercícios.

A utilização de variáveis antropométricas para prever a força máxima dinâmica, como a massa corporal (MC) e a massa corporal magra (MM) vêm sendo utilizadas em estudos por ser um método de fácil aplicação, sem ter a necessidade de realizar o teste, conforme os coeficientes encontrados por SILVA et al. (2004, 2005). Esses coeficientes geralmente são elaborados a partir da divisão dos valores de força máxima dinâmica (1 RM) do exercícios em questão pelo valor individual da MC ou massa magra (SILVA et al., 2004, 2005; STOPPANI, 2008). Porém, o que se encontra na literatura são poucas equações ou coeficientes de estimativa de força máxima dinâmica nos exercícios executados em aparelhos de musculação, sendo que os coeficientes já desenvolvidos limitam-se principalmente aos exercícios supino, agachamento e levantamento terra (STOPPANI, 2008; UCHIDA et al., 2005), com um intuito de classificar os níveis de força, em relação à MC, o que também é conhecido como "força relativa". Tais estimativas e classificações referem-se a populações específicas, não podendo ter seu uso generalizado.

Visando aprimorar a prescrição do treinamento de força, através da utilização de parâmetros antropométricos, o presente estudo tem por objetivo obter coeficientes para estimar a força máxima dinâmica, em exercícios de musculação, através da MC e da MM em homens de 18 a 30 anos, destreinados em força.

Nosso estudo tem como hipótese a existência de uma correlação significativa entre a força máxima dinâmica tanto com a MC como com a MM nos exercícios de musculação. No entanto, essa correlação deve se apresentar mais alta quando se utiliza a MM comparada à MC, devido ao fato da massa de gordura não contribuir para a produção de força muscular (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Materiais e métodos

Amostra

O estudo foi composto por uma amostra voluntária de 16 indivíduos do sexo masculino, com idades compreendidas entre 22 e 28 anos, destreinados em força por, pelo menos, seis meses, da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Todos foram convidados pessoalmente e participaram voluntariamente do estudo. Antes da participação, cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos, riscos e benefícios do estudo através de uma entrevista individual e leitura de um termo de consentimento que foi assinado por cada participante. A descrição da amostra é observada na (TABELA 1). Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TABELA 1 - Caracterização da amostra com idade, estatura (EST), massa corporal (MC), massa magra (MM) e percentual de gordura (% gord) dos indivíduos

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	24,06 \pm 2,11	22	28
EST (cm)	177,1 \pm 7,68	163	195
MC (kg)	72,56 \pm 9,44	59,1	88,8
MM (kg)	61,72 \pm 5,99	52,3	73,6
% Gord.	14,53 \pm 4,71	8,05	24,68

Procedimentos

Os dados foram coletados na sala de musculação da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde os indivíduos compareceram quatro vezes. Na primeira visita foram mensuradas a massa corporal, estatura e as dobras cutâneas, além de ser realizada a primeira familiarização com os exercícios e aparelhos, utilizando cargas controladas através da percepção subjetiva de esforço (PSE). Na segunda e na terceira sessões seguiu-se com o processo de familiarização, com aumento de carga a cada sessão. E na quarta sessão foi realizado o teste de 1 RM nos exercícios voador, puxada pela frente e tríceps no "pulley" alto.

Composição corporal

As medidas para a estimativa de composição corporal foram feitas na primeira sessão, onde para a medição da massa corporal total foi utilizada uma

balança analógica (Asimed, Espanha), estando vestidos apenas com um calção ou uma sunga, ficando de frente para o medidor da balança e deixando o seu peso bem distribuídos nas duas pernas, em uma posição ereta e estática (COSTA, 2001; MARINS & GIANNICHI, 1998; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; PETROSKI, 1999). Em seguida, ainda em cima da balança, ficaram de costas para o medidor e em uma postura ereta e estática, olhando para frente, tiveram sua estatura avaliada através do estadiômetro (Asimed, Espanha) (COSTA, 2001; MARINS & GIANNICHI, 1998; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; PETROSKI, 1999). Depois, fora da balança, foram marcados com caneta dermatográfica os pontos anatômicos referentes aos locais de medição das dobras cutâneas tríceps, subescapular, suprailíaca, peitoral, axilar, abdômen e coxa medial (COSTA, 2001; HEYWARD, 1997; MARINS & GIANNICHI, 1998; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; PETROSKI, 1999), que tiveram suas espessuras mensuradas (plicômetro Slim Guide).

O somatório das dobras foi utilizado para estimar a densidade corporal dos indivíduos, através do protocolo de JACKSON e POLLOCK citado por HEYWARD (1997). Posteriormente a massa gorda foi estimada através da fórmula de SIRI citado por TRITSCHLER (2003), multiplicando o percentual de gordura pelo valor de massa corporal total, também em kg ($PG = \% \text{ gordura} \times MC$, em kg). O valor de massa magra foi encontrado subtraindo a massa de gordura (kg) da massa corporal total (kg) ($MM = MC - PG$) (COSTA, 2001; HEYWARD, 1997; MARINS & GIANNICHI, 1998; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; PETROSKI, 1999).

Força máxima dinâmica (1 RM)

Antes da realização do teste de 1 RM, os indivíduos realizaram três sessões de familiarização com os exercícios voador, puxada pela frente e tríceps "pulley" alto, em dias separados, conforme recomendações de PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS (2001) e DIAS et al. (2005). Tais exercícios foram selecionados pelo fato de não encontrarmos trabalhos envolvendo qualquer tipo de análise nesses exercícios. Em cada ocasião foi realizado um aquecimento geral em bicicleta estacionária, por cinco minutos, em uma intensidade moderada, controlada através da escala de sensação subjetiva de esforço de OMNI (ROBERTSON, GOSS, DUBÉ, RUTKOWSKI, DUPAIN, BRENNAN & ANDREACCI, 2004) para cicloergômetro. Na primeira sessão tiveram instruções sobre a técnica correta de execução dos exercícios

de musculação, realizando os movimentos com uma carga em que o esforço ficou “difícil” para realizar de 12 a 15 repetições, de acordo com a escala de sensação subjetiva de esforço de OMNI (ROBERTSON, GOSS, RIJI'KOQAKI, LENZ, DIXON, TIMIMER, FRAZEE, DUBE & ANDREACCI, 2003) para musculação. Para a segunda sessão a carga foi aumentada fazendo com que os indivíduos sentissem um esforço “difícil” para a realização de oito a 10 repetições, e na terceira sessão a carga foi aumentada novamente para a realização de seis a oito repetições, também para um esforço “difícil”, considerando a mesma escala.

O teste de 1 RM foi realizado em aparelhos de musculação da marca World (modelo intensity, Brasil). Os indivíduos foram instruídos a não fazer qualquer tipo de atividade física por pelo menos 24 horas antes da aplicação do teste (MOURA, ZINN & ILHA, 2001), e a manterem a sua alimentação normal, evitando qualquer substância estimulante. O protocolo que foi seguido é baseado nas recomendações de MOURA, ALMEIDA e SAMPEDRO (1997). Na sessão onde foi aplicado o teste de 1 RM os indivíduos iniciaram com um aquecimento geral na bicicleta ergométrica estacionária, por cinco a 10 minutos, a uma intensidade de fraca a moderada (MOURA, ALMEIDA & SAMPEDRO, 1997), controlada através da escala de OMNI (ROBERTSON et al., 2003). Após isso foi feito um aquecimento específico de cinco a 10 repetições usando uma carga moderada (carga da segunda sessão de familiarização) e realizaram alongamentos estáticos de baixa intensidade com duração de 10 segundos cada, para os músculos dos membros superiores que iriam ser utilizados nos testes, e após três minutos de intervalo foi colocada uma carga teste para a tentativa de realização de uma repetição máxima, com correções de carga, após cada tentativa, feitas através da tabela de LOMBARDI citado por BAECHLE e GROVES (2000). Foram feitas de três a cinco tentativas por exercício, sendo considerado o peso de uma repetição máxima quando não fosse possível a execução de uma segunda repetição. Durante cada tentativa foi dado incentivo verbal, como sugerido por MOURA, PERIPOLLI e ZINN (2003). O tempo de intervalo foi de três minutos entre cada tentativa, e cinco minutos de intervalo entre cada exercício. A ordem dos exercícios foi randomizada e bloqueada no número cinco, totalizando cinco indivíduos iniciando em cada exercício.

A velocidade de execução foi padronizada em dois segundos na contração concêntrica e dois segundos na contração excêntrica, através de um cronômetro (Adidas, modelo Sport PC digital), pois velocidades diferentes influenciam na força exercida (PEREIRA & GOMES,

1989). Para isso, também padronizamos o ângulo inicial de cada exercício através de um goniômetro (ProFisiomed, Brasil), sendo próximo de 150° de abdução de ombro no exercício puxada pela frente, de 80° de abdução de ombro no exercício voador, e de 120° de flexão de cotovelo no exercício tríceps “pulley” alto.

A respiração foi feita de forma passiva, inspirando na contração excêntrica e expirando na contração concêntrica, evitando a manobra de Valsalva (MARINS & GIANNICHI, 1998; RODRIGUES, 1998; TRITSCHLER, 2003). Tal manobra exacerba as respostas pressóricas durante exercícios de força (FLECK & KRAEMAER, 2006). Sendo assim, tratando-se de indivíduos destreinados, procuramos evitar tal desconforto. O ângulo inicial em cada exercício foi medido através de um goniômetro (ProFisiomed, Brasil), sendo próximo de 150° de abdução de ombro no exercício puxada pela frente, de 80° de abdução de ombro no exercício voador, e de 120° de flexão de cotovelo no exercício tríceps “pulley” alto.

Exercícios

Puxada pela frente: O indivíduo executou a puxada da barra para baixo e a frente do corpo, realizando movimento de adução de ombros, até a altura do maxilar, segurando a barra do “pulley” com os cotovelos totalmente estendidos e os ombros abduzidos próximo de 150°, utilizando a pegada aberta, com a articulação rádio-ulnar pronada, estando com a cabeça olhando para frente, e retornando subindo a barra até quase a extensão completa dos cotovelos (MOURA et al., 2004).

Voador: O indivíduo sentado com os ombros abduzidos em 80°, e rotados externamente, executava uma flexão horizontal de ombro até que os anteparos do aparelho se tocassem à frente do tronco, retornando até a posição inicial (MOURA et al., 2004).

Tríceps “Pulley” alto: O indivíduo de pé, com o tronco totalmente ereto e com os cotovelos flexionados a 120°, realizava uma extensão completa dos cotovelos até encostar a barra nas coxas, e retornava deixando a barra subir até os 120° de flexão de cotovelo (MOURA et al., 2004).

Estimativa da força máxima dinâmica

Coefficientes

Os coeficientes foram obtidos através da divisão dos valores de 1 RM, em kg, encontrados nos exercícios Puxada pela frente, Voador, e Tríceps “Pulley”

alto, pela massa corporal e pela massa magra, também em kg, dos indivíduos, através das equações 1 e 2:

- 1) $CoMC = 1 \text{ RM (kg)} / MC \text{ (kg)}$
- 2) $CoMM = 1 \text{ RM (kg)} / MM \text{ (kg)}$

Onde:

CoMC = coeficiente pela massa corporal

CoMM = coeficiente pela massa magra

1 RM = valor do teste de uma repetição máxima

MC = massa corporal

MM = massa corporal magra

Análise estatística

Foi utilizado o pacote estatístico SPSS versão 11.0. A normalidade dos dados foi analisada através do teste de Shapiro-Wilk. Para se estabelecer coeficientes de estimativa da força máxima dinâmica

nos exercícios analisados, foram estabelecidas correlações entre os valores de força (kg) encontrados nos testes de 1 RM dos três exercícios utilizados e a massa corporal e a massa corporal magra dos indivíduos, através do teste de correlação de Pearson. Para se estabelecer equações de estimativa da força máxima dinâmica, foi utilizado análise de regressão linear entre os valores de força encontrados nos testes de 1 RM e a massa corporal e a massa corporal magra dos indivíduos. Foi utilizada análise de variância com medidas repetidas (ANOVA) e post hoc de Bonferroni para verificar se existiam diferenças entre os valores de força estimados pelos coeficientes e pelas equações baseados na MC e MM e os valores reais de força. Após a análise inicial da ANOVA, a esfericidade foi assumida. Em todas as análises foi considerado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

Resultados

Força máxima dinâmica (1 RM)

Os valores de 1 RM podem ser vistos na TABELA 2. Para o exercício puxada pela frente pode-se verificar que o valor médio de carga utilizada para a realização de 1 RM foi de $62,13 \pm 8,10$ kg, enquanto para o exercício voador foi encontrado um valor médio de $56,81 \pm 8,32$ kg e para o exercício tríceps "pulley" alto a média dos valores de carga de 1 RM foi de $31,69 \pm 2,84$ kg.

Correlações

Não foram encontradas correlações significativas entre força máxima dinâmica e MC nos três exercícios. Entretanto a MM teve correlações moderadas com os valores de força (FIGURA 1).

TABELA 2 - Valores de uma repetição máxima (1 RM) nos exercícios puxada pela frente, voador e tríceps "pulley" alto (em kg).

Exercício	Média \pm DP (1 RM)	Mínimo	Máximo
Puxada pela frente	62,13 \pm 8,10	49	77
Voador	56,81 \pm 8,32	48	76
Tríceps "pulley" alto	31,69 \pm 2,84	26	36

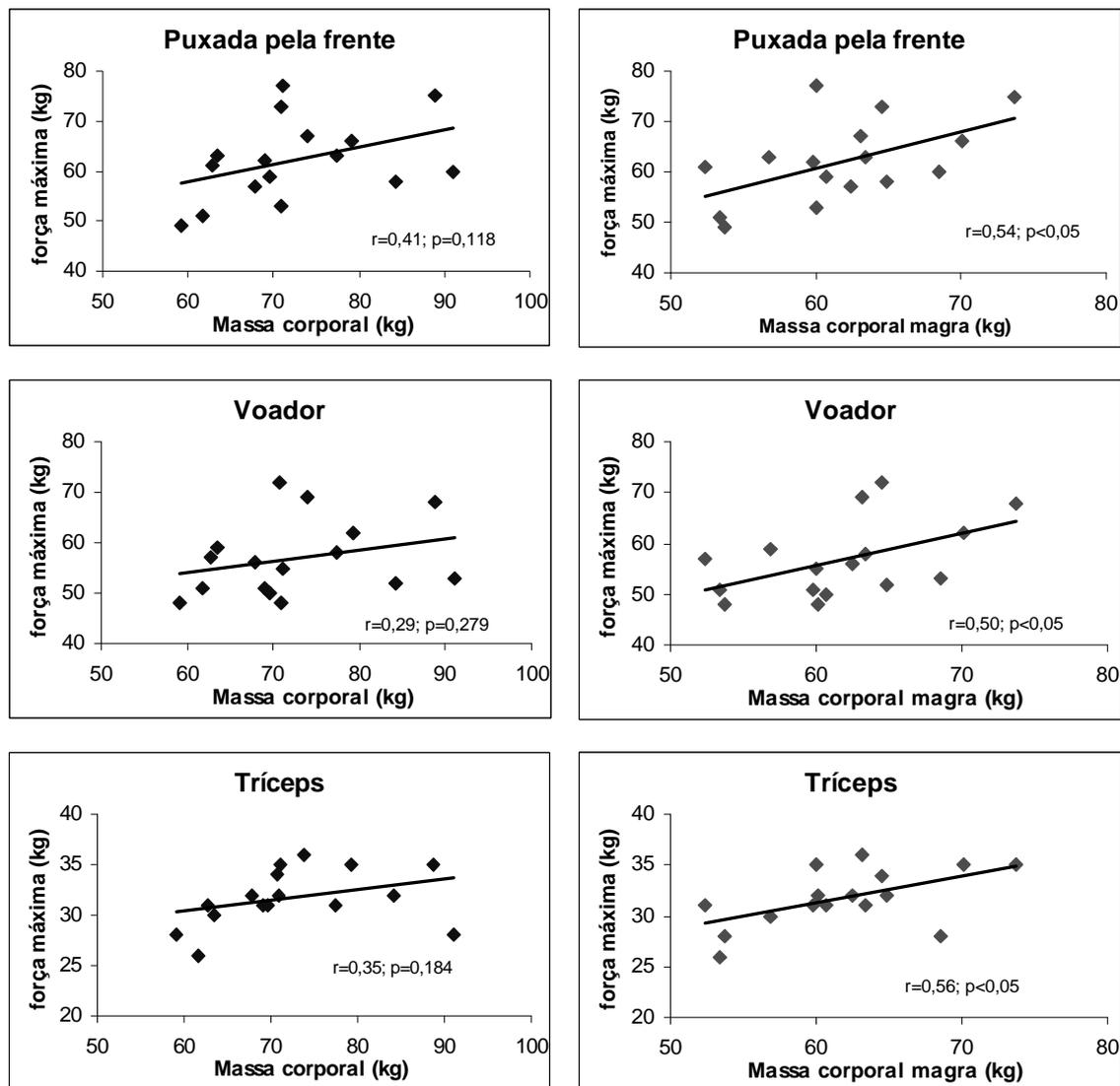


FIGURA 1 - Análises de regressão e correlações entre os valores de força (1 RM) nos exercícios voador, puxada pela frente e tríceps no “pulley” alto com a massa corporal (MC) e a massa corporal magra (MM), $p<0,05$.

Estimativa de força máxima dinâmica

Coefficientes

A partir das correlações encontradas foram estabelecidos coeficientes de estimativa da força máxima dinâmica para o teste de 1 RM nos exercícios puxada pela frente, voador e tríceps “pulley” alto (TABELA 3).

TABELA 3 - Coeficientes de estimativa da força máxima (1 RM), baseados em massa corporal (MC) e massa magra (MM) nos três exercícios analisados.

Variáveis	Puxada frente	Voador	Tríceps "pulley" alto
MC	0,86	0,79	0,44
MM	1,01	0,92	0,52

Regressão linear

Através da análise de regressão linear foram estabelecidas equações de estimativa de força máxima dinâmica para o teste de 1 RM nos exercícios puxada pela frente, voador e tríceps “pulley” alto (TABELA 4).

Ao analisarmos os valores de força máxima dinâmica estimados pelos coeficientes e por regressão linear, não encontramos diferenças entre esses valores e os valores “reais” de 1 RM (TABELA 5).

TABELA 4 - Equações de regressão linear de estimativa da força máxima dinâmica (1 RM) baseadas em massa corporal (MC) e massa magra (MM), onde $y = 1 \text{ RM}$, $x = \text{MC}$, e $z = \text{MM}$.

Variáveis	Puxada frente	Voador	Tríceps "pulley" alto
MC	$y = 0,3494x + 36,777$	$y = 0,2299x + 40,133$	$y = 0,1054x + 24,037$
MM	$y = 0,7262z + 17,305$	$y = 0,6297z + 17,95$	$y = 0,2641z + 15,389$

TABELA 5 - Médias e desvios-padrão dos valores de 1RM avaliados (1 RM), estimados por coeficientes baseados em massa corporal (1 RMMC) e massa magra (1 RMMM) e estimados por regressão linear baseados em massa corporal (1 RMMCREG) e massa magra (1 RMMMREG) ($p > 0,05$).

Exercício	1 RM	1 RM _{MC}	1 RM _{MM}	1 RM _{MCREG}	1 RM _{MMREG}
Puxada pela frente	62,13 ± 8,10	62,4 ± 8,12	62,34 ± 6,05	62,13 ± 4,35	62,13 ± 3,30
Voador	56,81 ± 8,32	57,32 ± 7,46	56,78 ± 5,51	56,82 ± 3,77	56,81 ± 7,5
Tríceps pulley alto	31,69 ± 2,84	31,69 ± 4,01	32,1 ± 3,12	31,69 ± 1,58	31,68 ± 0,99

Discussão

Através dos resultados do presente estudo podemos observar que foram encontradas correlações significativas e moderadas (0,50 a 0,56, $p < 0,05$) entre os valores de 1 RM em cada exercício somente com a MM dos indivíduos, enquanto que a correlação da força com a MC em cada um dos três exercícios, não foi significativa, resultados que suportam a nossa hipótese.

Na maioria dos estudos, a correlação entre a força máxima dinâmica e a massa corporal magra (MM) é maior quando comparada com a MC. MAYHEW, BALL, WARD, HART e ARNOLD (1991) encontraram uma correlação significativa no exercício supino com a massa corporal ($r = 0,68$, $p < 0,01$), e com a massa corporal magra ($r = 0,73$, $p < 0,01$) em homens treinados em força, sendo que a massa corporal magra apresentou maior correlação comparada à massa corporal. Isso também foi verificado em outro estudo de MAYHEW, PIPER e WARE (1993) onde a correlação entre força e massa corporal magra foi maior quando comparada com a massa corporal nos exercícios supino ($r = 0,68$ vs $r = 0,53$), agachamento ($r = 0,60$ vs $r = 0,50$) e levantamento terra ($r = 0,64$ vs $r = 0,50$) ($p < 0,05$), respectivamente, em jogadores de futebol universitários, treinados em força. Em outro estudo de MAYHEW et al. (1991), a massa corporal magra aparece como melhor preditora de força muscular no exercício supino, com $r = 0,69$. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por BALE, COLLEY, MAYHEW, PIPER e WARE (1994), que também encontraram maior correlação entre os valores de força máxima dinâmica no supino com a massa magra ($r = 0,68$), comparado com a massa corporal ($r = 0,54$), em jovens universitários.

HICKNER, MEHTA, DYCK, DEVITA, HOUMARD, KOVES e BYRD (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 e a massa magra (MG/MM) apresentavam uma menor perda de força muscular após a corrida em declive. Em outro estudo, ROEMMICH e SINNING (1998), avaliando lutadores em diferentes momentos da temporada competitiva, observaram uma alta correlação entre as mudanças na massa magra e alterações na força ($r = 0,72$, $p < 0,001$).

Assim como nos estudos citados anteriormente, SILVA et al. (2004) encontrou uma maior correlação entre força e MM quando comparada com a MC com homens treinados nos exercícios remada alta ($r = 0,86$ contra $r = 0,76$), extensão de joelho ($r = 0,88$ contra $r = 0,80$), supino ($r = 0,91$ contra $r = 0,77$) e rosca bíceps ($r = 0,87$ contra $r = 0,73$), $p < 0,001$ para todos exercícios.

Valores de correlação não significativos entre força e massa corporal também foram encontrados em estudos de SCANLAN, BALLMAN, MAYHEW e LANTZ (1999) ($r = 0,30$, $p > 0,05$) e BALLMAN, SCANLAN, MAYHEW e LANTZ (1999) ($r = 0,38$, $p > 0,05$) com mulheres universitárias destreinadas no exercício supino, assim como no estudo de MAYHEW e HAFERTAPE (1996) no exercício leg press ($r = 0,16$), também com mulheres universitárias destreinadas, todos para $p < 0,05$. Em relação a homens, KRAVITZ, AKALAN, NOWICKI e KINZEY (2003) não encontraram correlação significativa entre 1 RM nos exercícios

agachamento ($r = 0,38$), supino ($r = 0,53$) e levantamento terra ($r = 0,37$), $p < 0,05$, com a massa corporal, em levantadores de peso com idades entre 15 e 18 anos.

Uma possível explicação para a correlação ser baixa e não significativa entre a MC e a força, se deve ao fato de que os indivíduos apresentam variações interindividuais em sua massa corporal (MANNION, ADAMS, COOPER & DOLAN, 1999), ou área e tamanhos corporais (JARIC, 2002; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003), e supor que a massa muscular utilizada nos exercícios pode ser refletida pela massa corporal pode contribuir com erros de predição (MANNION et al., 1999). Diferenças na estatura (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003) e em comprimentos de membros (MAYHEW, PIPER & WARE, 1993) podem contribuir para erros de estimativa de força pela massa corporal, isso porque as alavancas dos membros humanos não dependem das dimensões corporais (JARIC, 2002). MAYHEW e HAFERTEPE (1996) encontraram uma relação negativa entre comprimento de pernas e força no “leg press”, sendo que as mulheres com menores comprimentos de pernas tiveram maiores níveis de força no “leg press”. Isso também foi observado por MAYHEW, PIPER e WARE (1993) com homens, no exercício agachamento e levantamento terra.

O peso total que um indivíduo pode levantar exibe uma relação curvilínea com o seu peso corporal, e não uma relação linear (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). Isso faz com que ao dividir a força pela massa corporal penalize os indivíduos mais pesados, que podem possuir também um percentual de gordura mais elevado, o que o prejudica ainda mais, visto que a gordura corporal não ajuda na produção de força muscular (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). A influência do % de gordura na força muscular foi notada em alguns estudos (BALE et al., 1994; MAYHEW & HAFERTEPE, 1996; MAYHEW, JACQUES, WARE, CHAPMAN, BEMBEN, WARD & SLOVAK, 2004; MAYHEW, PIPER & WARE, 1993; MAYHEW et al., 1991). Um excesso de gordura teve efeito negativo na performance de força no supino (MAYHEW et al., 1991; MAYHEW, PIPER & WARE, 1993) e levantamento terra (MAYHEW, PIPER & WARE, 1993) assim como na força isométrica do quadríceps (MAUGHAN, WATSON & WEIR, 1983). Em contrapartida atletas com baixo % de gordura apresentam altos índices de força (MAYHEW & HAFERTEPE, 1996), e diminuição na performance quando ganham peso de gordura (MAYHEW et al., 2004).

No nosso estudo fatores intervenientes como idade, gênero, nível de treinamento, aquecimento e posição inicial nos exercícios, assim como a

velocidade e a ordem dos testes foram controlados. Porém questões relacionadas à composição corporal, como percentual de gordura e estatura não foram controlados. Com isso a falta de significativa relação entre força muscular e massa corporal nos indivíduos reflete em parte a grande variabilidade em gordura corporal contida nesse grupo (8-24%) (TABELA 1). E isso fica evidente pelo fato que existiu uma correlação significativa entre força muscular e MM nesse mesmo grupo de indivíduos. MAUGHAN, WATSON e WEIR (1983) mostraram que existe uma alta correlação entre força e massa corporal em grupos de indivíduos que apresentavam pequena variação de gordura corporal.

Estimativa da força máxima dinâmica por análise e regressão linear e coeficientes

Na revisão do nosso estudo todos os trabalhos fizeram a correlação entre MC e/ou MM com performance em força em exercícios específicos. Porém, somente SILVA et al. (2004, 2005) elaboraram coeficientes de estimativa de força máxima dinâmica através da massa corporal e da massa corporal magra em alguns exercícios de musculação. BAECHLE & GROVES (2000), HEYWARD (1997) e CAPINASSU (1989) apresentaram coeficientes cuja estimativa se dava apenas através da massa corporal, enquanto outros autores elaboraram equações de predição da força máxima dinâmica, sem qualquer menção à elaboração de coeficientes baseados em parâmetros antropométricos (BALE et al., 1994; BALLMAN et al., 1999; MANNION et al., 1999; MAYHEW & HAFERTEPE, 1996; MAYHEW, PIPER & WARE, 1993; SCANLAN et al., 1999).

No nosso estudo, procuramos elaborar coeficientes de estimativa de força máxima dinâmica nos exercícios puxada pela frente, voador e triceps “pulley” alto, comumente utilizados no treinamento de força, a partir da MC e da MM. Como somente a MM apresentou correlação significativa com os valores de 1 RM, sugerimos a utilização dos coeficientes elaborados a partir desse parâmetro, como uma forma mais confiável de predição de força máxima dinâmica. Entretanto, deve ser salientado que a estimativa de MM foi obtida através de um determinado protocolo de dobras cutâneas fazendo com que os coeficientes e as equações obtidas 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. Mesmo não havendo correlação significativa entre força e MC, os valores estimados pelos

coeficientes e pelas equações baseadas nesse parâmetro não apresentaram diferenças dos valores “reais”, sugerindo então o seu uso, já que a MC é obtida de forma “direta”, diferentemente da MM. Sendo assim, os nossos resultados possibilitam estimar o valor de 1 RM nesses três exercícios, dispondo apenas dos valores de MM, ou ainda, de MC que é facilmente obtida com uma balança analógica. Por exemplo: se, para um adulto jovem de 25 anos, que pesa 70 kg, for prescrito o exercício voador, pode-se estimar que a sua força máxima em 1 RM é de, aproximadamente 55,3 kg nesse exercício já que o 1 RM no voador = $0,79 \times MC$.

Entretanto, os coeficientes desse estudo foram obtidos em aparelhos de musculação da marca

World e, portanto, tem sua aplicabilidade com maior precisão nos aparelhos dessa marca e modelo, porém MOURA, ZINN e ILHA (2001) observaram em seu estudo que a força máxima dinâmica em aparelhos de exercícios puxada pela frente e tríceps “pulley” alto não apresentavam diferenças significativas em aparelhos de três marcas diferentes, tanto para homens quanto para mulheres, mas somente no aparelho de exercício voador observaram diferença entre os valores de 1 RM entre as três diferentes marcas, nos dois gêneros. Portanto deve-se ter um cuidado maior na aplicação desses coeficientes em aparelhos de exercício com marcas diferentes, principalmente o exercício voador.

Conclusão

Os resultados do presente estudo permitiram a elaboração de coeficientes a partir da MM e da MC dos indivíduos nos três exercícios de musculação. Os coeficientes e equações estabelecidos a partir da MM podem ser usados para estimar a força máxima dinâmica de 1 RM 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.

Os coeficientes elaborados nesse estudo poderão colaborar com profissionais responsáveis por treinamento de força, ajudando e facilitando na prescrição e acompanhamento do treinamento, através de colocação de cargas baseadas em um percentual do máximo estimado pelos coeficientes e pela equações, de acordo com o objetivo, e também para a escolha de cargas iniciais aproximadas para a realização do teste de 1 RM, economizando tempo, nos exercícios puxada pela frente, voador e tríceps “pulley” alto em homens entre 18 e 30 anos, destreinados em força.

Abstract

Maximal dynamic strength estimation by regression analyses and coefficients based on anthropometric parameters of non-trained men

The 1 RM test percentages have been used to prescribe strength training intensity. However, this test is time demanding due to difficulties in choosing the initial load. Estimations of 1 RM have been proposed by the utilization of anthropometric parameters. However, few exercises were investigated. Therefore, the aim of this study was to generate regression coefficients to estimate maximal strength in three strength exercises, based on body mass and lean body mass. Sixteen physically active young adult males had their body composition (skinfolds) and maximal strength (1 RM - lat pulldown, peck deck and triceps pressdown) assessed. 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 regression coefficients, regression analysis and the “real” strength values, were made by analysis of variance with repeated measures (ANOVA), and Bonferroni post-hoc test. It was observed that only lean body mass was correlated with lat pulldown ($r = 0.538$, $p < 0.05$), peck deck ($r = 0.502$, $p < 0.05$) and triceps pressdown ($r = 0.556$, $p < 0.05$) strength values, resulting in the coefficients 1.01, 0.92, and 0.52, respectively. We concluded that the coefficients stated by lean body mass can be used to estimate maximal strength in detrained young male adults.

UNITERMS: Body composition; 1 RM test; Strength prediction.

Referências

- BAECHLE, T.R.; GROVES, B.R. **Treinamento de força: passos para o sucesso**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- BALE, P.; COLLEY, E.; MAYHEW J.L.; PIPER, F.C.; WARE, J.S. Anthropometric and somatotype variables related to strength in American football player. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.34, p.383-9, 1994.
- BALLMAN, K.L.; SCANLAN, J.M.; MAYHEW J.L.; LANTZ, C.D. Prediction of bench press strength in untrained females from anthropometric dimensions and psychological indicators of activity involvement. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.37, p.217-33, 1999.
- CAPINASSU, J.M. Teste do percentual: parâmetro indicativo de carga máxima para um início de trabalho em educação física com pesos. **Revista ARTUS: Revista de Educação Física e Desportos**, Rio de Janeiro, v.12, p.92-4, 1989.
- COSTA, R.F. **Composição corporal: teoria e prática avaliação**. São Paulo: Manole, 2001.
- DIAS, R.M.R.; CYRINO, E.S.; SALVADOR, E.P.; CALDEIRA, L.F.C.; NAKAMURA, F.Y.; PAPST, R.R.; BRUNA, N.; GURJÃO, L.D. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.11, p.34-8, 2005.
- FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- HEYWARD, V.H. **Advanced fitness assessment & exercise prescription**. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 1997.
- 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**, Washington, v.90, p.1334-41, 2001.
- JARIC, S. Muscle strength testing: use of normalisation for body size. **Sports Medicine**, Auckland, v.32, p.615-31, 2002.
- KRAVITZ, L.; AKALAN, C.; NOWICKI, K.; KINZEY, S.J. Prediction of 1 Repetition Maximum in High-School Power lifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, p.167-72, 2003.
- MANNION, A.F.; ADAMS, M.A.; COOPER, R.G.; DOLAN, P. Prediction of maximal back muscle strength from indices of body mass and fat-free body mass. **Rheumatology**, New York, v.38, p.652-5, 1999.
- MARINS, J.C.B.; GIANNICHI, R.S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 2. ed. Rio de Janeiro: Shape, 1998.
- MAUGHAN, R.J.; WATSON, J.S.; WEIR, J. Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.50, p.309-18, 1983.
- MAYHEW, J.L.; BALL, T.E.; WARD, T.E.; HART, C.L.; ARNOLD, M.D. Relationships of structural dimensions to bench press strength in college males. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.31, p.135-41, 1991.
- MAYHEW, J.L.; HAFERTEPE, M. Relationship of structural dimensions to leg press strength in trained adolescent females. **IAHPERD Journal**, Ames, v.29, n.2, 1996. Disponível em: <http://www.mum.edu/exss_dept/iahperd/journal/j96s_legpress.html>.
- MAYHEW, J.L.; JACQUES, J.A.; WARE, J.S.; CHAPMAN, P.P.; BEMBEN, M.B.; WARD, T.E.; SLOVAK, J.P. Anthropometric dimensions do not enhance one repetition maximum prediction from the NFL-225 test in college football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.18, p.572-8, 2004.
- MAYHEW, J.L.; PIPER, F.C.; WARE, J.S. Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.33, p.159-65, 1993.
- MAYHEW, J.L.; WARE, J.S.; BEMBEN, M.G.; WILT, B.; WARD, T.E.; FARRISS, B.; JURASZEK, J.; SLOVAK J.P. The NFL-225 test as a measure of bench press strength in college football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.13, p.130-4, 1999.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, L.F. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- MOURA, J.A.R.; ALMEIDA, H.F.R.; SAMPEDRO, R.M.F. Força máxima minâmica: uma proposta metodológica para validação do teste de peso máximo em aparelhos de musculação. **Revista Kinesis**, Santa Maria, v.18, p.23-50, 1997.
- MOURA, J.A.R.; BORHER, T.; PRESTES, M.T.; ZINN, J.L. Influências de diferentes ângulos articulares obtidos na posição inicial do exercício pressão de pernas e final do exercício puxada frontal sobre os valores de 1RM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.10, p.269-74, 2004.
- MOURA, J.A.R.; PERIPOLLI, J.; ZINN, J.L. Comportamento da percepção subjetiva de esforço em função da força dinâmica submáxima em exercícios resistidos com pesos. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Rio de Janeiro, v.2, p.110-22, 2003.
- MOURA, J.A.R.; ZINN, J.L.; ILHA, P.V. Diferenças na força dinâmica máxima mensurada em diferentes marcas de aparelhos de musculação. **Revista Kinesis**, Santa Maria, p.87-102, 2001. Edição Especial.
- PETROSKI, EL. **Antropometria técnicas e padronizações**. Santa Maria: Palloti, 1999.

- PEREIRA, M.I.R.; GOMES, P.S.C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v.9, p.325-35, 2003.
- PLOUTZ-SNYDER L.L.; GIAMIS, E.L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength Conditioning Research*, Champaign, v.15, p.519-23, 2001
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. São Paulo: Manole, 2000.
- PRESTES, M.T.; MOURA, J.A.R.; HOPF, A.C.O. Estudo exploratório sobre prescrição, orientação e avaliação de exercícios físicos em musculação. *Revista Kinesis*, Santa Maria, v.26,p.23-41, 2002.
- ROBERTSON, R.J.; GOSS, F.L.; RIJIKOWSKI, J.; LENZ, B.; DIXON, C.; TIMIMER, J.; FRAZEE, K.; DUBE, J.; ANDREACCI, J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Madison, v.35, p.333-41, 2003.
- ROBERTSON, R.J.; GOSS, F.L.; DUBÉ, J.; RUTKOWSKI, J.; DUPAIN, M.; BRENNAN, C.; ANDREACCI, J. Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Madison,v.36, p.102-108, 2004.
- RODRIGUES, C.E.C. *Musculação na academia*. 3. ed. São Paulo: Sprint, 1998.
- ROEMMICH, J.N.; SINNING, W.E. Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. *Journal of Applied Physiology*, Washington, v.85, p.1349-56, 1998.
- SCANLAN, J.M.; BALLMAN, K.L.; MAYHEW, J.L.; LANTZ, C.D. Anthropometric dimensions to predict 1-RM bench press in untrained females. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Turin, v.39, p.54-60, 1999.
- SILVA, R.F.; BRENTANO, M.A.; CADORE, E.L.; SILVA, E.M.; KRUEL, L.F.M. Determinação de coeficientes para estimativa de carga no teste de 1RM através da massa corporal magra e da massa corporal em indivíduos treinados e não treinados em força. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Porto Alegre, 2004. *Livro de Resumos*. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p.540, resumo 157.
- SILVA, R.F.; CADORE, E.L.; BRENTANO, M.A.; SILVA, E.M.; SPINELLI, R.; KRUEL, L.F.M. Coeficientes de estimativa da força máxima através da massa corporal e massa magra em homens treinados e não treinados em força. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Porto Alegre, 2005. *Livro de Resumos*. Porto Alegre: UFRGS, 2005. p.535, resumo 88.
- STOPPANI, J. *Enciclopédia de musculação e força*. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- TRITSCHLER, K.A. *Medida e avaliação em educação física e esportes: de Barrow e McGee*. 5. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- UCHIDA, M.C.; CHARRO, M.A.; BACURAU, R.E.P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F.L. *Manual de musculação*. São Paulo: Phorte, 2005.

ENDEREÇO

Michel Arias Brentano
 Laboratório de Pesquisa do Exercício - GPAT
 Universidade Federal do Rio Grando do Sul
 R. Felizardo,750
 90690-200 - Porto Alegre - RS - BRASIL
 e-mail: michel.brentano@terra.com.br

Recebido para publicação: 09/08/2007

1a. Revisão: 10/09/2008

2a. Revisão: 26/11/2008

Aceito: 11/05/2008