

# Validade das equações preditivas de uma repetição máxima varia de acordo com o exercício realizado em adultos jovens treinados

## *Validity of one repetition maximum predictive equations vary according to the exercise performed in trained young adults*

Annelise Lins Meneses<sup>1</sup>  
Fábio da Silva Santana<sup>1</sup>  
Antonio Henrique Germano Soares<sup>1</sup>  
Bruna Cadengue Coêlho de Souza<sup>1</sup>  
Diogo José Cavalcanti de Azevedo Souza<sup>1</sup>  
Marcos André Moura dos Santos<sup>1</sup>  
Edilson Serpeloni Cyrino<sup>2</sup>  
Raphael Mendes Ritti-Dias<sup>1</sup>

### Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a validade de equações preditivas para a estimativa de uma repetição máxima (RM) em diferentes exercícios, em adultos jovens com experiência em treinamento com pesos (TP). Dezesesseis homens (21,4±4,0 anos), praticantes de TP, realizaram testes de 1-RM e de 8-12 RM nos exercícios *leg press 45°*, supino reto, extensão de joelho unilateral, remada central, flexão de joelhos e elevação frontal. Seis equações preditivas foram utilizadas para a predição dos valores de 1-RM: Adams; Baechle & Groves; Brzycki; Epley; Lander; O'Connor et al. Todas as equações analisadas superestimaram os valores de 1-RM no *leg press 45°* (6 a 15%,  $p < 0,05$ ). No supino reto e elevação frontal, as equações de O'Connor et al. e Adams foram as que produziram as melhores estimativas de 1-RM. Embora todas as equações analisadas tenham proporcionado estimativas válidas para o exercício extensão de joelho unilateral, a equação de O'Connor et al. apresentou melhor desempenho entre elas. No exercício remada central foram consideradas válidas as equações de Brzycki, Epley e Lander, com as duas primeiras apresentando menor erro de estimativa e melhor concordância. Finalmente, no exercício flexão de joelhos, a equação de Baechle & Groves foi a que apresentou melhor desempenho, apesar das equações de Brzycki, Epley e Lander também serem válidas para a estimativa de 1-RM. Os resultados sugerem que a validade das equações preditivas de 1-RM é exercício-dependente e há necessidade de desenvolvimento de equações preditivas para estimativa de valores de 1-RM para o *leg press 45°*.

### Palavras-chave

Exercício. Força muscular. Desempenho Atlético. Treinamento de Resistência.

### Abstract

The aim of this study was to verify the validity of predictive equations for the estimation of one repetition maximum (RM) in different exercises, in young adults with weight training (WT) experience. Sixteen men (21.4±4.0 years), WT practitioners, conducted 1-RM and 8-12 RM tests for *leg press 45°*, bench press, unilateral knee extension, central rowing, knee flexion and frontal raises. Six predictive equations were used for prediction of 1-RM values: Adams; Baechle & Groves; Brzycki; Epley; Lander; O'Connor et al. All the analyzed equations overestimated the *leg press 45°* 1-RM values (6 to 15%,  $p < 0.05$ ). In the bench press and front raises, O'Connor et al. and Adams equations were, respectively, the ones that produced the best estimation of 1-RM. Although all analyzed equations have provided valid estimation for the unilateral knee extension exercise, the O'Connor et al. equation showed the best performance among them. In the central rowing exercise, the Brzycki, Epley and Lander equations were considered valid, with the first two featuring lower estimation error and better agreement. Finally, in the knee flexion exercise, Baechle & Groves equation showed the best performance, although the Brzycki, Epley and Lander equations have also been valid for 1-RM estimation. The results suggest that the validity of 1-RM predictive equations is exercise-dependent and it is required the development of predictive equations for estimating the 1-RM values for the *leg press 45°*.

### Keywords

Exercise. Muscle Strength. Athletic Performance. Resistance Training.

## INTRODUÇÃO

A avaliação da força muscular é importante para fins diagnósticos, correção de déficits de força muscular, prescrição de sobrecarga em programas de treinamento com pesos ou análise da efetividade ou não de um programa de exercícios físicos após um determinado período de intervenção<sup>1</sup>. Para tanto, a medida da força muscular pode ser obtida a partir da utilização de dinamômetros, tensiômetros de cabo, células de força, máquinas isocinéticas, máquinas do tipo “nautilus” ou pesos livres.

Nesse sentido, o teste de uma repetição máxima (RM) tem sido frequentemente utilizado para a avaliação da força muscular e para a prescrição da intensidade do exercício de força<sup>2</sup>, em virtude de ser um método prático, de baixo custo operacional e seguro para a maioria das populações<sup>3,4</sup>. Embora esse teste forneça subsídios para a prescrição da carga de treinamento de força<sup>5,6</sup>, a sua utilização em academias é limitada por motivos operacionais (elevado tempo dispendido, necessidade dos equipamentos/pesos livres estarem prontamente disponíveis em períodos de tempo específicos, etc...).

Na tentativa de minimizar essa dificuldade, diversas equações têm sido desenvolvidas nas últimas décadas para a estimativa da carga de 1-RM a partir da utilização de cargas submáximas<sup>7-12</sup>. Alguns estudos têm investigado a validade das estimativas fornecidas por essas equações em populações distintas e com diferentes níveis de aptidão física<sup>13-15</sup>, com coeficientes de correlação elevados sendo encontrados entre a carga de 1-RM medida e aquela estimada por essas equações.

Embora a validade de diversas equações preditivas de 1-RM, em diferentes exercícios de força, já tenha sido testada anteriormente em adultos sedentários<sup>16,17</sup>, em indivíduos treinados, algumas equações preditivas foram testadas e validadas para a estimativa de 1-RM apenas no exercício supino<sup>18</sup>. Considerando que as equações preditivas de 1-RM são ajustadas pela carga e pelo número de repetições realizadas em testes de força submáximos e que indivíduos treinados conseguem tolerar maior carga e repetições que indivíduos não treinados<sup>19</sup>, a nossa hipótese é que a validade dessas equações, quando aplicadas à indivíduos treinados em exercícios com pesos, seja diferente do observado previamente em indivíduos não treinados. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a validade de equações preditivas para a estimativa de 1-RM em diferentes exercícios, em adultos jovens com experiência em treinamento com pesos.

## MÉTODOS

### Sujeitos

Dezesseis homens jovens (21,4±4,0 anos; 71,6±8,7 kg; 1,74±0,04 m; 23,6±2,42 kg/m<sup>2</sup>) participaram voluntariamente deste estudo. Como critérios de inclusão os sujeitos deveriam estar livres de qualquer lesão mio-ósteo-articular que pudesse comprometer a realização dos testes a serem analisados e serem praticantes de treinamento com pesos há pelo menos seis meses, ininterruptamente. Todos os participantes, após receberem esclarecimentos sobre os procedimentos e riscos aos quais seriam submetidos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Esta pesquisa foi conduzida dentro dos padrões éticos exigidos pela Declaração de Helsinque de 1964 e de acordo com a resolução 196/96 do Ministério da Saúde. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (CEP/UPE, processo 048/10 - CAAE 0049.0.097.000-10).

## Procedimentos

- **Sessões de adaptação aos exercícios de força**

Todos os indivíduos foram submetidos a duas sessões de adaptação aos exercícios de força para familiarização com a execução correta dos movimentos. Foram realizadas três séries de 20 repetições, com a carga mínima permitida pelos aparelhos, em cada um dos seis exercícios propostos no estudo, a saber: *i) leg press 45°*, *ii) supino reto* (execução foi limitada a um ângulo menor que 90 graus de flexão de cotovelo), *iii) extensão de joelho unilateral* (membro direito), *iv) remada central*, *v) flexão de joelhos* e *vi) elevação frontal*.

- **Testes de força máxima e submáxima**

Inicialmente o teste de 1-RM foi aplicado para a avaliação da força máxima nos exercícios escolhidos, na seguinte ordem de execução: *i) leg press 45°*, *ii) supino reto* (execução foi limitada a um ângulo menor que 90 graus de flexão de cotovelo), *iii) extensão de joelho unilateral* (membro direito), *iv) remada central*, *v) flexão de joelhos* e *vi) elevação frontal*. Em cada exercício, o teste foi iniciado com aquecimento (10 repetições), utilizando-se aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa de 1-RM. Após dois minutos de intervalo, os sujeitos foram orientados a realizar duas repetições com a carga estimada para 1-RM. Caso mais de uma repetição fosse realizada adequadamente ou o sujeito não conseguisse completar uma única repetição, a carga era ajustada para a segunda tentativa. Para cada exercício foram estipuladas até quatro tentativas para a determinação da carga de 1-RM, com intervalo de três a cinco minutos entre as tentativas.

Posteriormente, após um intervalo mínimo de 48 horas da realização do teste de 1-RM, os sujeitos foram submetidos a testes de 8-12 RM nos mesmos exercícios, respeitando-se a mesma ordem de execução. Anteriormente a execução dos testes de 8-12 RM, os participantes realizaram um aquecimento com 50% da carga de 1-RM em cada um dos exercícios propostos. Após um minuto de intervalo, os participantes foram orientados para realizar o máximo de repetições possíveis a 80% de 1-RM em cada exercício, com intervalo de um minuto de descanso entre eles. Caso o número de repetições realizadas fosse inferior ou superior a 8-12 RM, a carga era ajustada para uma segunda tentativa somente naqueles exercícios onde este número de repetições não fosse atingido. O acréscimo ou redução na carga para uma segunda tentativa foi na ordem de 2 a 5%. A média de repetições registradas no teste foi de  $10 \pm 1$  no exercício *leg press 45°*,  $10 \pm 1$  no exercício supino reto,  $11 \pm 1$  no exercício extensão de joelho unilateral,  $10 \pm 1$  no exercício remada central,  $9 \pm 1$  no exercício flexão de joelhos e  $10 \pm 1$  no exercício elevação frontal.

Todos os indivíduos foram orientados a não praticarem atividades físicas e manterem padrões semelhantes de sono e alimentação ao longo das 24 horas antecedentes à realização dos testes. Para minimizar possíveis erros na identificação das cargas equivalentes a 1-RM e 8-12 RM, as seguintes estratégias foram adotadas: a) todos os sujeitos receberam instruções sobre os critérios utilizados pelos avaliadores para a validação das cargas de 1-RM e 8-12 RM, b) a técnica dos movimentos foi explicada e demonstrada pelos avaliadores antes de cada exercício, c) a técnica do movimento de cada exercício foi monitorada e corrigida quando necessário e d) todos os sujeitos receberam incentivo verbal durante a realização dos testes. Durante a realização dos testes de 1-RM e 8-12 RM os indivíduos não tiveram acesso ao valor das cargas testadas.

As equações preditivas utilizadas para a estimativa de 1-RM no presente estudo foram:

- *Lander*<sup>7</sup>: 1-RM = carga submáxima / (1,013 - 0,0267123 × reps)
- *O'Connor et al.*<sup>10</sup>: 1-RM = carga submáxima × [(0,025 × reps × carga submáxima) + carga submáxima]
- *Brzycki*<sup>8</sup>: 1-RM = carga submáxima / (1,0278 - 0,0278 × reps)
- *Adams*<sup>9</sup>: 1-RM = carga submáxima / [100 - (2 × reps)] × 100
- *Epley*<sup>12</sup>: 1-RM = (0,0333 × reps) × carga submáxima + carga submáxima
- *Baechle & Groves*<sup>11</sup>: 1-RM = carga submáxima × (0,0375 × reps + 0,978)

## Análise dos dados

O teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene foram realizados para verificar a normalidade e homocedasticidade dos dados, respectivamente. As diferenças entre os valores de carga máxima, obtidos pelas equações de predição e os encontrados no teste de 1-RM foram examinadas pelo teste *t* de Student para medidas repetidas. O coeficiente de Pearson (*r*) foi adotado para análise da correlação simples entre os valores de 1-RM medidos e estimados. A plotagem de Bland-Altman<sup>20</sup> foi utilizada para verificar a concordância entre os valores obtidos pelas equações e o teste de 1-RM e descrever a diferença média (*bias*) e os respectivos limites de concordância de 95% (±1,96 desvio padrão). Os dados foram analisados utilizando-se os pacotes estatísticos *SPSS* versão 17.0 (SPSS, EUA, 2012), *Statistica* versão 7.0 (Statsoft, EUA, 1995) e *GraphPad Prism* versão 3.0 (GraphPad Software Inc., EUA, 2003). O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5%.

## RESULTADOS

Os valores de 1-RM medidos e estimados por equações preditivas, nos diferentes exercícios de força, são apresentados na Tabela 1. No exercício *leg press 45°* foram identificadas diferenças significantes entre os resultados obtidos nos testes de 1-RM e os escores estimados por todas as equações preditivas analisadas ( $p < 0,05$ ), comportamento inverso daquele observado no exercício de extensão de joelhos, pelo qual todas as equações analisadas se mostraram válidas para a estimativa dos valores de 1-RM ( $p > 0,05$ ). Para o exercício supino reto, diferenças significantes foram encontradas nas comparações entre os valores obtidos nos testes de 1-RM e estimados pelas equações propostas por *Baechle & Groves*<sup>11</sup>, *Brzycki*<sup>8</sup>, *Epley*<sup>12</sup> e *Lander*<sup>7</sup> ( $p < 0,05$ ). No exercício remada central as diferenças foram identificadas nas comparações com as equações de *Adams*<sup>9</sup>, *Baechle & Groves*<sup>11</sup> e *O'Connor et al.*<sup>10</sup> ( $p < 0,05$ ), ao passo que nos exercícios flexão de joelhos e elevação frontal as diferenças ocorreram nas comparações dos valores medidos em testes de 1-RM e aqueles estimados pelas equações de *Adams*<sup>9</sup>, *Baechle & Groves*<sup>11</sup>, *Brzycki*<sup>8</sup>, *Epley*<sup>12</sup>, *Lander*<sup>7</sup> e *O'Connor et al.*<sup>10</sup> ( $p < 0,05$ ). Apesar das diferenças de desempenho no que se refere às estimativas dos valores de 1-RM, correlações positivas e significantes ( $p < 0,05$ ) foram encontradas entre os escores obtidos pelos testes de 1-RM e os estimados pelas equações de predição analisadas, com os valores variando de 0,87 a 0,96 (Tabela 1).

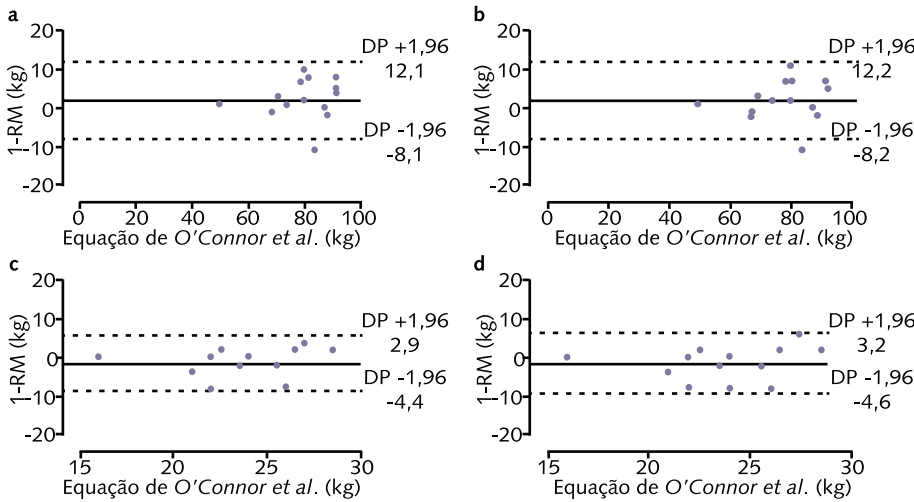
Nas Figuras 1-4 são apresentadas as análises de concordância entre os testes de 1-RM e as equações preditivas analisadas, por meio da plotagem de Bland-Altman. No exercício *leg press 45°* todas as equações propostas apresentaram uma

**Tabela 1** – Comparação entre os valores de carga máxima (kg) obtidos no teste de uma repetição máxima e os valores estimados pelas equações preditivas nos diferentes exercícios de força.

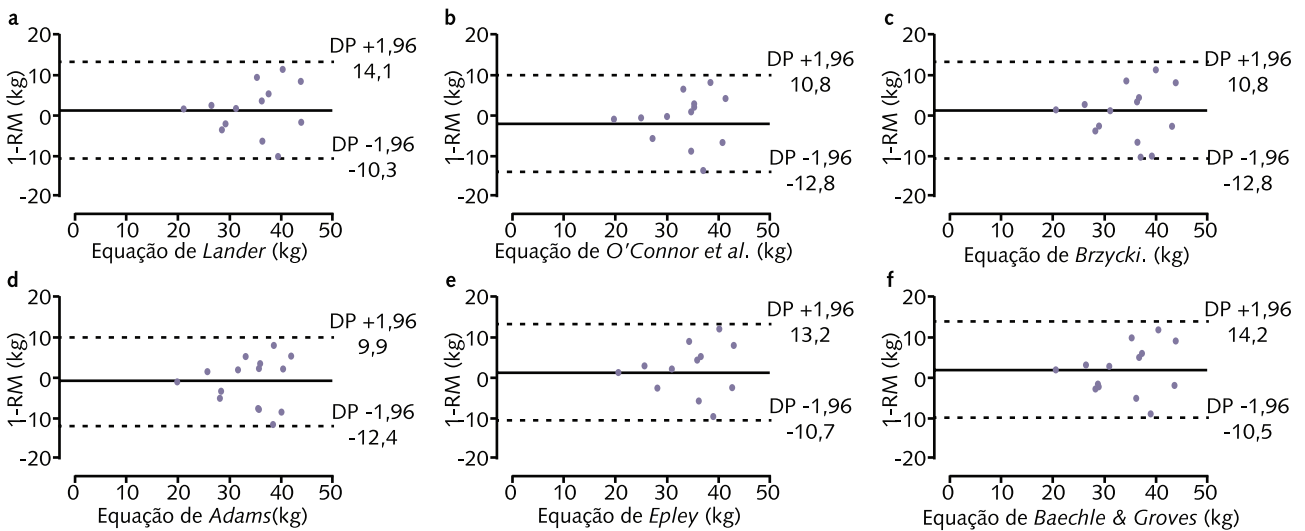
	1-RM	Lander <sup>7</sup>	O'Connor et al. <sup>10</sup>	Brzycki <sup>8</sup>	Adams <sup>9</sup>	Epley <sup>12</sup>	Baechle & Groves <sup>11</sup>
<b>Leg press 45°</b>							
Média ± dp	250,5 ± 53,7	284,3 ± 68,3*	265,6 ± 63,7*	282,8 ± 68,0*	265,5 ± 63,6*	282,8 ± 67,9*	286,9 ± 69,0*
r		0,94*	0,93*	0,94*	0,93*	0,93*	0,93*
Bias		33,8	15,1	32,3	15,1	32,3	36,4
-1,96 dp a 1,96 dp		-25,6 a 93,2	-38,0 a 68,4	-26,8 a 91,3	-38,1 a 68,3	-25,8 a 90,4	-23,3 a 96,0
<b>Supino reto</b>							
Média ± dp	78,6 ± 11,2	86,2 ± 12,7*	80,2 ± 11,7	85,7 ± 12,6*	80,3 ± 11,7	85,5 ± 12,5*	86,8 ± 12,7*
r		0,92*	0,91*	0,92*	0,91*	0,91*	0,93*
Bias		7,9	2,0	7,3	2,0	7,1	8,5
-1,96dp a 1,96dp		-4,0 a 19,7	-8,1 a 12,1	-4,7 a 19,2	-8,2 a 12,2	-3,5 a 17,8	-2,8 a 19,7
<b>Extensão de joelho</b>							
Média ± dp	33,1 ± 6,7	34,9 ± 8,3	32,3 ± 7,7	34,8 ± 8,3	31,9 ± 7,1	34,5 ± 8,2	35,1 ± 8,4
r		0,95*	0,95*	0,92*	0,95*	0,95*	0,95*
Bias		1,9	-1,0	1,7	-1,3	1,3	1,9
-1,96dp a 1,96dp		-10,3 a 14,1	-12,8 a 10,8	-10,4 a 13,7	-12,4 a 9,9	-10,7 a 13,2	-10,5 a 14,2
<b>Remada central</b>							
Média ± dp	92,3 ± 10,9	94,3 ± 10,6	88,0 ± 9,8*	93,8 ± 10,5	88,0 ± 9,8*	93,8 ± 10,5	95,1 ± 10,6*
r		0,92*	0,90*	0,93*	0,90*	0,90*	0,90*
Bias		1,9	-4,3	1,5	-4,2	1,6	2,8
-1,96dp a 1,96dp		-11,2 a 14,9	-15,8 a 7,3	-11,9 a 14,9	-15,9 a 7,6	-10,5 a 13,8	-9,6 a 15,1
<b>Flexão de joelhos</b>							
Média ± dp	48,4 ± 8,2	48,0 ± 8,8	45,1 ± 8,1*	47,8 ± 8,8	45,0 ± 8,1*	48,0 ± 8,7	48,6 ± 8,8
r		0,96*	0,96*	0,96*	0,94*	0,96*	0,96*
Bias		-0,5	-3,5	-0,6	-3,5	-0,4	0,1
-1,96dp a 1,96dp		-7,4 a 6,4	-9,1 a 2,1	-7,6 a 6,4	-9,3 a 2,3	-6,6 a 5,7	-6,2 a 6,4
<b>Elevação frontal</b>							
Média ± dp	23,7 ± 3,0	25,1 ± 3,7*	23,3 ± 3,3	24,9 ± 3,7*	23,3 ± 3,3	24,8 ± 3,5*	25,2 ± 3,6*
r		0,89*	0,88*	0,89*	0,87*	0,88*	0,87*
Bias		1,3	-0,8	1,1	-0,7	1,1	1,1
-1,96dp a 1,96dp		-3,1 a 5,7	-4,4 a 2,9	-3,5 a 5,8	-4,6 a 3,2	-3,2 a 5,3	-3,1 a 5,4

1-RM: Uma repetição máxima. dp: desvio-padrão; r: Coeficiente de correlação; BIAS: média das diferenças entre os valores do teste de 1-RM e os valores de cada equação preditiva. \*p<0,05.

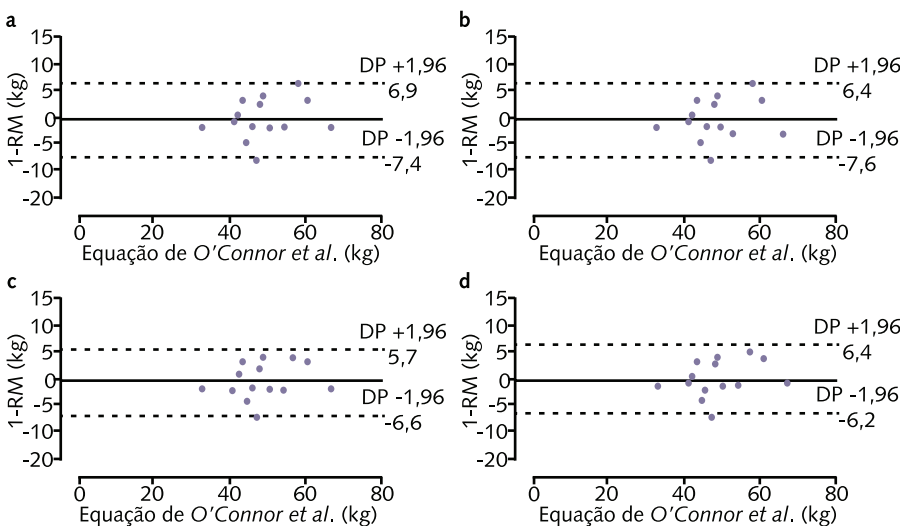
baixa concordância, o que resultou em superestimação dos valores de 1-RM. No exercício supino reto e elevação frontal apenas as equações de Adams<sup>9</sup> e O'Connor et al.<sup>10</sup> apresentaram uma boa concordância, uma vez que o *bias* encontra-se próximo de zero e dentro dos limites estabelecidos (Figura 1). No exercício extensão de joelho unilateral todas as equações apresentaram valores preditivos semelhantes e concordantes com os valores médios observados no teste de 1-RM (Figura 2). Por outro lado, no exercício flexão de joelhos, as equações propostas por Baechle & Groves<sup>11</sup>, Brzycki<sup>8</sup>, Epley<sup>12</sup> e Lander<sup>7</sup> apresentaram uma boa concordância com os valores observados do teste de 1-RM (Figura 3). Por fim, para o exercício remada central, apenas as equações propostas por Brzycki<sup>8</sup>, Epley<sup>12</sup> e Lander<sup>7</sup> apresentaram uma boa concordância com os valores de 1-RM medidos (Figura 4).



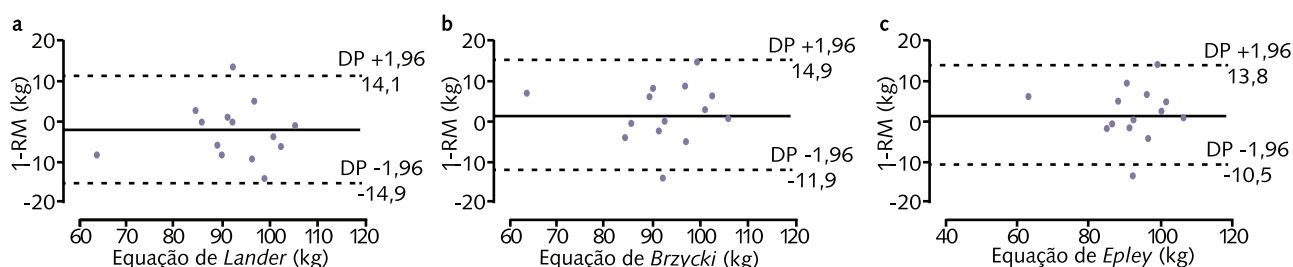
**Figura 1** – Concordância entre os valores de carga máxima (kg) obtidos no teste de uma repetição máxima e os valores estimados pelas equações preditivas no exercício supino reto (a e b) e elevação frontal (c e d). Abcissa: Valores médios dos resultados obtidos pelos dois métodos. Ordenada: Diferenças entre os métodos utilizados.



**Figura 2** – Concordância entre os valores de carga máxima (kg) obtidos no teste de uma repetição máxima e os valores estimados pelas equações preditivas no exercício de extensão de joelhos. Abcissa: Valores médios dos resultados obtidos pelos dois métodos. Ordenada: Diferenças entre os métodos utilizados.



**Figura 3** – Concordância entre os valores de carga máxima (kg) obtidos no teste de uma repetição máxima e os valores estimados pelas equações preditivas no exercício de flexão de joelhos. Abcissa: Valores médios dos resultados obtidos pelos dois métodos. Ordenada: Diferenças entre os métodos utilizados.



**Figura 4** – Concordância entre os valores de carga máxima (kg) obtidos no teste de uma repetição máxima e os valores estimados pelas equações preditivas no exercício remada central. Abcissa: Valores médios dos resultados obtidos pelos dois métodos. Ordenada: Diferenças entre os métodos utilizados.

## DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram que (1) existem equações preditivas válidas para a estimativa dos valores de 1-RM, (2) a estimativa dos valores de 1-RM por meio de testes submáximos é exercício-dependente e (3) existe necessidade do desenvolvimento de equações preditivas para a estimativa dos valores de 1-RM no exercício *leg press 45°* em adultos jovens com experiência em treinamento com pesos.

Com base nos resultados encontrados neste estudo, verificou-se que as equações de *Baechele & Groves*<sup>11</sup>, *Brzycki*<sup>8</sup>, *Epley*<sup>12</sup> e *Lander*<sup>7</sup> são melhores preditoras da carga de 1-RM nos exercícios que envolvem a musculatura de membros inferiores (extensão de joelho unilateral e flexão de joelhos, com exceção do exercício *leg press 45°*). Por outro lado, as equações de *Brzycki*<sup>8</sup>, *Epley*<sup>12</sup> e *Lander*<sup>7</sup> são melhores preditoras da carga de 1-RM para exercícios envolvendo a musculatura do tronco (remada central). Por fim, as equações de *Adams*<sup>9</sup> e *O'Connor et al.*<sup>10</sup> são melhores preditoras da carga de 1-RM para exercícios envolvendo a musculatura dos membros superiores (supino reto e elevação frontal).

Considerando que as equações preditivas de 1-RM incluem coeficientes ajustados aos valores das cargas submáximas de exercícios específicos<sup>21,22</sup>, teoricamente, um modelo matemático construído para prever a carga de 1-RM baseado em exercícios que utilizam uma carga absoluta menor (por exemplo: exercício supino reto e rosca bíceps), pode não ser adequado para estimar a carga de 1-RM no exercício *leg press 45°*, o qual apresenta uma carga absoluta significativamente maior. Desse modo, a qualidade das informações produzidas por equações preditivas pode ser comprometida acentuadamente quando a sua validade não é testada criteriosamente. Assim, a estimativa da força máxima em diferentes exercícios, baseada na aplicação de testes submáximos, parece exigir a utilização de equações preditivas de 1-RM distintas.

Neste sentido, os estudos que compararam equações preditivas nos exercícios *leg press 45°*<sup>17</sup>, extensão de joelhos<sup>17</sup>, remada<sup>23,24</sup> e flexão de joelhos<sup>17</sup> apresentaram resultados contraditórios aos observados no presente estudo. No entanto, esses estudos foram realizados em populações diferentes da população estudada, o que limita as comparações entre os estudos, visto que o gênero<sup>21</sup>, a faixa etária<sup>22</sup> e o estado de treinamento<sup>25</sup> dos indivíduos influenciam a capacidade de geração de força máxima e submáxima, podendo comprometer a precisão das equações preditivas de 1-RM.

O exercício supino reto tem sido amplamente utilizado para a validação de equações preditivas de 1-RM<sup>16-18,24,26,27</sup>. No presente estudo, os resultados encontrados indicaram que as equações de *O'Connor et al.*<sup>10</sup> e *Adams*<sup>9</sup> foram as mais

adequadas para prever a carga de 1-RM. No entanto, Lácio et al.<sup>18</sup>, ao investigar adultos jovens treinados em exercícios de força, confirmaram a validade das equações de Adams<sup>9</sup>, Baechle & Groves<sup>11</sup>, Brzycki<sup>8</sup>, Epley<sup>12</sup>, Lander<sup>7</sup> e O'Connor et al.<sup>10</sup>. Vale destacar que a equação de Brzycki<sup>8</sup> já havia sido validada anteriormente em uma amostra semelhante<sup>27</sup>. Embora tal informação não tenha sido confirmada neste estudo, nossos resultados foram semelhantes aos descritos por Lácio et al.<sup>18</sup> no que se refere aos valores de 1-RM, apesar do número de repetições executadas pelos sujeitos nos dois estudos ser diferente (repetições:  $10 \pm 1$  vs.  $7 \pm 2$ ).

Este fato pode ser explicado, pelo menos em parte, pela amplitude de execução do exercício supino reto no presente estudo que foi limitada a um ângulo menor que 90° de flexão de cotovelo. Assim, a menor amplitude de movimento pode ter favorecido a realização de um maior número de repetições e, portanto, influenciado a estimativa de 1-RM para esse exercício. Adicionalmente, no presente estudo, as equações de Adams<sup>9</sup> e O'Connor et al.<sup>10</sup> apresentaram uma diferença média considerada aceitável de aproximadamente 2,5% da carga de 1-RM. Por outro lado, as demais equações propostas apresentaram uma diferença média em torno de 9 a 11% em relação à carga levantada nos testes de 1-RM.

O presente estudo apresenta algumas limitações. A carga submáxima foi obtida a partir do teste de 8-12 RM e, em alguns casos, o número de repetições realizados foi superior a 10. Alguns estudos têm indicado que testes submáximos realizados com até 10-RM proporcionam melhores estimativas de 1-RM<sup>27-29</sup>. Entretanto, no presente estudo, esses casos foram pontuais e a exclusão desses indivíduos não promoveu alteração nos resultados. Além disso, os exercícios *leg press 45°* e cadeira extensora foram realizados em máquinas específicas e não é possível assegurar que resultados similares seriam obtidos em equipamentos de outros fabricantes.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que a estimativa dos valores de 1-RM a partir de equações preditivas baseadas em testes submáximos é válida, embora seja exercício-dependente, em adultos praticantes de treinamento com pesos. Assim, a utilização de equações preditivas baseadas em testes submáximos pode ser considerada uma alternativa bastante atraente para a estimativa dos valores de 1-RM.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa (E.S.C. e R.M.R.D.) e iniciação científica (B.C.C.S. e A.H.G.S.), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado (A.L.M.) e ao Programa de Fortalecimento Acadêmico da Universidade de Pernambuco (PFAUPE) pela bolsa de iniciação científica (F.S.S.) outorgadas.

## Contribuição dos autores

RMR delineou e coordenou o estudo. ALM, DJCA e RMR lideraram a redação do manuscrito. ALM, DJCA, FSS, AHGS e BCCS fizeram a coleta de dados e colaboraram com a revisão de literatura. ALM, FSS e AHGS realizaram as análises e a interpretação dos dados. ESC e MAMS revisaram o manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final do artigo.



## REFERÊNCIAS

1. Tunstall H, Mullineaux DR, and Vernon T. Criterion validity of an isokinetic dynamometer to assess shoulder function in tennis players. *Sports Biomech* 2005; 4: 101-111.
2. American College of Sports Medicine. ACMS's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippinkott Williams, 2006.
3. Ritti-Dias RM, Avelar A, Meneses AL, et al. Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de testes de 1-RM. *Motriz* 2013; 19: 141-152.
4. Shaw CE, McCully KK, and Posner JD. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J Cardiopulm Rehabil* 1995; 15: 283-287.
5. Abernethy PJ and Jurimae J. Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 1180-1187.
6. Murphy AJ and Wilson GJ. The ability of tests of muscular function to reflect training-induced changes in performance. *J Sports Sci* 1997; 15: 191-200.
7. Lander J. Maximums based on reps. *Nat Strength Cond Assoc J* 1985; 6: 60-61.
8. Brzycki M. Strength testing: predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOPERD* 1993; 64: 88-90.
9. Adams GM. Exercise physiology laboratory manual. Boston: McGraw-Hill, 1998.
10. O'Connor B, Simmons J, and O'Shea P. Weight training today. St. Paul, MN: West Publishing, 1989.
11. Baechle TR and Groves BR. Treinamento de força: passos para o sucesso. Porto Alegre: Artmed, 2000.
12. Epley B. Poundage chart. Lincoln, NE: University of Nebraska, 1995.
13. Mayhew JL, Johnson BD, Lamonte MJ, et al. Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1570-1577.
14. Whisenant MJ, Panton LB, East WB, and Broeder CE. Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players. *J Strength Cond Res* 2003; 17: 221-227.
15. Wood TM, Maddalozzo GF, and Harter RA. Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measur Phys Educ Exerc Science* 2002; 6: 67-94.
16. LeSuer DA, McCormick JH, Mayhew JL, et al. The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press squat and deadlift. *J Strength Cond Res* 1997; 11: 211-213.
17. Wood TM and Maddalozzo GF. Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measur Phys Educ Exerc Science* 2002; 6: 67-94.
18. Lacio ML, Damasceno VO, Vianna JM, et al. Precisão das equações preditivas de 1-RM em praticantes não competitivos de treino de força. *Motricidade* 2010; 6: 31-37.
19. Salvador EP, Dias RMR, Gurjão ALD, et al. Effect of eight weeks of strength training on fatigue resistance in men and women. *Isokinet Exerc Science* 2009; 17: 101-106.
20. Bland JM and Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
21. Pincivero DM, Coelho AJ, and Campy RM. Perceived exertion and maximal quadriceps femoris muscle strength during dynamic knee extension exercise in young adult males and females. *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 150-156.
22. Young A, Stokes M, and Crowe M. The size and strength of the quadriceps muscles of old and young men. *Clin Physiol* 1985; 5: 145-154.
23. Kemmler WK, Lauber D, Wassermann A, and Mayhew JL. Predicting maximal strength in trained postmenopausal woman. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 838-842.
24. Knutzen KM, Brilla LR, and Caine D. Validity of 1RM prediction equations for older adults. *J Strength Cond Res* 1999; 13: 242-246.
25. Mayhew J, Ball T, and Bowen J. Prediction of bench press lifting ability from submaximal repetitions before and after training. *Sports Medicine* 1992; 3: 195-201.
26. Hutchins M and Gearhart Jr R. Accuracy of 1-RM Prediction Equations for the Bench Press and Biceps Curl. *J Exerc Physiol (online)* 2010; 13: 32-39.

27. Nascimento MA, Cyrino ES, Nakamura FY, Romanzini M, Pianca HJC, Queiróga MR. Validação da equação de Brzycki para a estimativa de 1-RM no exercício supino em banco horizontal. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13: 47-50.
28. Chapman PP, Whitehead JR, and Binkert RH. The 225-lb reps-to-fatigue as a submaximal estimate of 1-RM bench press performance in college football players. *J Strength Cond Res* 1998; 12: 258-261.
29. Whisenant MJ and Panton LB. Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players. *J Strength Cond Res* 2003; 17: 221-227.

**Endereço para Correspondência**

Raphael Mendes Ritti-Dias  
Rua Arnóbio Marques, 310,  
50100-130. Santo Amaro, Recife,  
Pernambuco, Brasil.  
Telefone: 81 34233379. Fax: 81  
318333540.  
E-mail: raphael.ritti@upe.br

**Recebido** 15/02/2013  
**Revisado** 26/03/2013  
02/04/2013  
**Aprovado** 02/04/2013