

Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências

Marta Inez Rodrigues Pereira^{1,2} e Paulo Sergio Chagas Gomes¹

RESUMO

A confiabilidade intra-avaliadores é fundamental na determinação da qualidade dos dados coletados em uma pesquisa. Poucos estudos controlados têm reportado valores de confiabilidade de testes de força e, apesar de esta ser considerada boa na maioria dos estudos publicados (0,79 a 0,99), as diferenças entre teste e reteste têm sido observadas como estatisticamente significativas. Dessa forma, sugere-se a utilização dos valores de um segundo teste, pelo menos, em estudos de pesquisa, de modo que eventuais modificações nos valores de força possam ser atribuídas ao efeito dos tratamentos realizados e não à simples adaptação ao protocolo de teste. As relações entre testes de força máxima e testes submáximos ou variáveis antropométricas têm sido investigadas com o intuito de prever a força máxima sem que o indivíduo tenha que ser submetido a um teste de carga máxima, evitando possíveis riscos de lesão. Valores de carga máxima, ou percentuais desta, são comumente utilizados para melhor prescrever o treinamento. A predição de uma repetição máxima (1RM) através de testes submáximos parece boa (em geral, correlações > 0,90); entretanto, na maioria dos estudos revisados, as equações preditivas desenvolvidas quase sempre não são aprovadas no escrutínio de uma validação cruzada. Assim sendo, especial atenção deve ser dispensada à especificidade da população, do exercício e da técnica de execução, quando do desenvolvimento e aplicação dessas equações. Variá-

veis antropométricas não foram confirmadas como boas preditoras de 1RM. O número de repetições para dado % de 1RM é diferente para diferentes exercícios, como também o é a carga para determinado número de repetições máximas (nRM), quando executadas em diferentes velocidades. A prescrição do exercício baseada, indiferentemente, em número de repetições ou % de 1RM deve ser considerada com cautela.

Palavras-chave: 1RM. Força muscular. Resistência muscular. Antropometria. Confiabilidade

RESUMEN

Tests de fuerza y resistencia muscular: confiabilidad de la predicción de una repetición máxima – Revision y nuevas evidencias

La confiabilidad entre los evaluadores es fundamental en la determinación de la calidad de los datos obtenidos en una pesquisa. Pocos estudios controlados tienen reportado valores de confiabilidad de tests de fuerza y a pesar de esta ser considerada buena en la mayoría de los estudios publicados (0,79 a 0,99), las diferencias entre el test y el re-test vienen siendo observadas como estadísticamente significativas. De esta forma, se sugiere la utilización de los valores de un segundo test, por lo menos, en estudios de pesquisa, de modo que las eventuales modificaciones de los valores de fuerza puedan ser atribuibles al efecto de los tratamientos realizados y no a simples adaptaciones al protocolo de test. Las relaciones entre los tests de fuerza máxima y los tests submáximos o las variables antropométricas han sido investigadas con la intención de predecir la fuerza máxima sin que el individuo tenga que ser sometido a un test de carga máxima, evitando riesgos de posibles lesiones. Los valores de carga máxima, o los porcentuales de esta son comumente utilizados para prescribir mejor el entrenamiento. La predicción de una repetición máxima (1RM) a través de test máximos parece buena (en general correlaciones > 0,90), entretanto, en la mayoría de los estudios revisados, las ecuaciones predictivas desarrolladas casi siempre no son aprobadas en el escrutinio de una validación cruzada. Siendo así que, una atención especial deberá dispensarse en la especificidad de la pobla-

1. Centro de Pesquisas Interdisciplinares em Saúde e Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Bacharelado em Educação Física da Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Recebido em 12/12/02

2ª versão recebida em 13/3/03

Aceito em 12/7/03

Endereço para correspondência:

Prof. Paulo Sergio Chagas Gomes
Centro de Pesquisas Interdisciplinares em Saúde
Universidade Gama Filho
Rua Manoel Vitorino 625, Piedade
20748-900 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Telefax: (55-21) 2599-7138
E-mail: crossbridges@ugf.br

ción, del ejercicio, y de la técnica de ejecución cuando se inicie el desarrollo y la aplicación de esas ecuaciones. Las variables antropométricas no fueron confirmadas como buenas predictoras de 1RM. El número de repeticiones para un determinado % de 1RM es diferente para diferentes ejercicios, como también lo es la carga para un determinado número de repeticiones máximas (nRM), cuando se ejecuta a diferentes velocidades. La prescripción del ejercicio basada, indiferentemente en el número de repeticiones, o en el % de 1RM debe ser considerada con mucha cautela.

Palabras clave: 1RM. Fuerza muscular. Resistencia muscular. Antropometría. Confiabilidad.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda pelo treinamento contra resistência (musculação) tem incentivado a procura de parâmetros bem estabelecidos para a prescrição dos exercícios. O *American College of Sports Medicine* (ACSM) recomenda que o treinamento contra resistência seja parte integrante de um programa de aptidão física para adultos¹ e idosos². Suas recomendações incluem pelo menos uma série de oito a 10 exercícios para os principais grupamentos musculares, com frequência de duas a três vezes por semana. Cada exercício deve ser executado com oito a 12 repetições, sendo que, para os mais idosos e frágeis, 10-15 repetições talvez sejam mais apropriadas¹. Em posicionamento recente sobre modelos de progressão do treinamento contra resistência³, o ACSM elaborou maiores detalhes sobre as variáveis relacionadas ao treinamento, porém, algumas evidências ainda são escassas e/ou contraditórias.

Força máxima é a capacidade máxima de um músculo ou grupamento muscular de gerar tensão. É frequentemente medida pelo teste de uma repetição máxima (1RM – também designada uma execução máxima), que operacionalmente é definido como a maior carga que pode ser movida por uma amplitude específica de movimento uma única vez e com execução correta. Testes de resistência muscular são aqueles em que diversas contrações são realizadas com cargas submáximas.

Testes de força máxima, ou mesmo submáxima, são pouco utilizados na prescrição do exercício em clubes e academias, talvez pela dificuldade de operacionalização e pelo tempo gasto. A prescrição do treinamento é comumente baseada num percentual teórico do máximo, já que dificilmente o teste de 1RM é executado. Dessa forma, é provável que a estimativa de 1RM resulte em valores sub ou superestimados, fazendo com que a prescrição também seja sub ou superdimensionada.

Os testes de força têm sua aplicação principal na investigação científica, em casos em que é necessário o conheci-

mento dos níveis de força dos sujeitos nas situações pré e pós-treinamento e na própria prescrição do treinamento do protocolo de pesquisa.

A confiabilidade de um instrumento de medida é fundamental para que um pesquisador possa garantir a qualidade e o significado dos dados de um estudo, como, por exemplo, a determinação do impacto de um programa de treinamento. Mesmo instrumentos consagrados pelo uso podem não ser considerados confiáveis em certas situações, como quando utilizados em um grupo populacional com características diferenciadas ou quando um dos parâmetros do teste é alterado (por exemplo, velocidade de execução do movimento). Os testes de força máximos e submáximos são amplamente utilizados, mas são poucas as pesquisas que comprovam sua confiabilidade, tanto inter como intra-avaliadores.

As relações entre o teste de 1RM e testes submáximos ou variáveis antropométricas vêm sendo investigadas com o intuito de prever a força máxima sem submeter o indivíduo às inconveniências de um teste máximo. O longo tempo envolvido na realização do teste de 1RM e os possíveis riscos de lesão, mesmo que pouco evidenciados^{4,6}, mas talvez presentes em grupos mais inexperientes ou frágeis⁷, levam os investigadores a procurar testes mais simples e menos lesivos que possam estimar a força máxima. O estudo dessas relações também é importante na prescrição do treinamento, quando um número de repetições ou um percentual de 1RM (%1RM) são estabelecidos para um determinado objetivo.

O objetivo desta revisão foi analisar criticamente as informações disponíveis na literatura especializada referentes à confiabilidade intra-avaliadores dos testes de força – 1RM, carga para determinado número de repetições máximas (nRM) e %1RM – e à validade da predição de 1RM a partir de testes submáximos e variáveis antropométricas. Novas evidências produzidas em nosso laboratório foram incluídas a fim de enriquecer a discussão.

Devido à inexistência de estudos publicados na literatura especializada a respeito da confiabilidade interavaliadores, esta não foi contemplada nesta revisão, apesar da sua importância.

CONFIABILIDADE INTRA-AVALIADOR DOS TESTES DE FORÇA MÁXIMA, DE FORÇA SUBMÁXIMA E DE RESISTÊNCIA MUSCULAR

Testes de repetições máximas, principalmente de 1RM, são amplamente utilizados na literatura referente a força e resistência muscular, porém, a confiabilidade teste/reteste não está bem documentada devido aos poucos estudos publicados. Assumiu-se, na discussão abaixo, que os estudos relatados referem-se à confiabilidade intra-avaliadores,

apesar de somente um deles⁸ ter reportado que os testes e retestes foram realizados pelo mesmo avaliador.

A confiabilidade do teste de 1RM parece ser de moderada a alta, variando entre 0,79 e 0,99, de acordo com o gênero dos sujeitos e o exercício testado (tabela 1). No entanto, os estudos de Braith *et al.*⁹ e Pereira e Gomes (dados não publicados), realizados em jovens adultos de ambos os sexos, e de Rikli *et al.*¹⁰, em homens idosos, relatam diferenças estatísticas significativas entre o primeiro e o segundo teste, tanto antes como após 18 semanas de treinamento⁹, mas não entre o segundo e o terceiro¹⁰ teste. No grupo de idosos, a diferença entre teste e reteste no pré-treinamento representou uma proporção grande (31,4 a 55,9%) do ganho de força com um treinamento de 10 semanas e, no grupo de jovens, essa diferença foi pequena (2,7 a 4,4%) em relação aos valores médios de 1RM. Os três estudos obtiveram coeficientes de confiabilidade altos, porém, o de Braith *et al.*⁹ utilizou a correlação de Pearson (*r*), enquanto o de Rikli *et al.*¹⁰ e Pereira e Gomes (dados não publicados) utilizaram o coeficiente de correlação intraclasse (*R*). A correlação de Pearson é considerada inadequada por alguns autores, já que não detecta a variação nas médias. Conforme Vincent¹¹, a correlação compara des-

vios (flutuações nas medidas dos sujeitos) da média em duas medições, mas não é sensível a mudanças nas médias das medidas. Hopkins¹² considera a análise adequada, mas ligeiramente tendenciosa para cima para amostras pequenas.

O número de sessões necessárias para determinar valores consistentes de 1RM de extensão de joelhos, com precisão de 1kg entre sessões de teste, foi investigado por Ploutz-Snyder e Giamis⁸. Os resultados mostraram que mulheres jovens necessitaram de duas a cinco sessões para obter essa precisão, menos que para mulheres idosas, que necessitaram de sete a 10 sessões. Entretanto, o valor de 1kg representou 0,7 a 1,3% do valor da medida, sendo, talvez, excessivamente preciso. Ao comparar os valores dos dois últimos testes em cada grupo, o coeficiente de determinação teste/reteste encontrado foi de 0,94 (a prova estatística não foi relatada), sem haver diferenças significativas entre os valores desses dois testes.

Em relato de estudo-piloto, Hoeger *et al.*¹³ apresentaram a confiabilidade dos testes de 1RM e de número máximo de repetições a 40, 60 e 80% de 1RM para sete exercícios diferentes em um grupo de homens e mulheres (tabela 1). Coeficientes de correlação variaram entre 0,79 e 0,98. Não está

TABELA 1
Resultados de estudos de confiabilidade intra-avaliador de testes de força e resistência muscular

Estudo	Amostra	Teste	Exercício	Correlação
Ploutz-Snyder e Giamis ⁸	M jovens (23 ± 4 anos; n = 7) e idosas (66 ± 5 anos; n = 6) sedentárias	1RM	extensão joelho	jovens: 2-5 sessões p/ diferença < 1kg idosas: 7-10 sessões p/ diferença < 1kg r ² = 0,94 entre duas últimas sessões
Pereira e Gomes (dados não publicados)	H (n = 4) e M (n = 6)	1RM 8-10RM 25 ^o .s ⁻¹ 8-10RM 100 ^o .s ⁻¹	agachamento e supino	R = 0,986 (p < 0,001) e 0,999 (p < 0,001) R = 0,989 (p < 0,001) e 0,999 (p < 0,001) R = 0,990 (p < 0,001) e 0,997 (p < 0,001)
Pereira e Gomes (dados não publicados)	H (n = 5) e M (n = 3)	1RM 75% 1RM 25 ^o .s ⁻¹ 75% 1RM 100 ^o .s ⁻¹	agachamento e supino	R = 0,991 (p < 0,001) e 0,997 (p < 0,001) R = 0,711 (p = 0,041) e 0,703 (p = 0,080) R = 0,410 (p = 0,292) e 0,896 (p = 0,002)
Rikli <i>et al.</i> ¹⁰	H idosos (n = 42)	1RM	leg press, extensão joelho, supino livre, remada sentado	R = 0,97 a 0,98*
Braith <i>et al.</i> ⁹	H (n = 33) e M (n = 25) adultos jovens sedentários	1RM	extensão bilateral joelho	pré-treino (n = 58): r = 0,98 (p ≤ 0,05) pós-treino (n = 47): r = 0,99 (p ≤ 0,05)
Hoeger <i>et al.</i> ¹³	H (n = 16) e M (n = 12)	1RM 40% 1RM 60% 1RM 80% 1RM	leg press, puxada, supino livre, extensão joelho, abdominal, flexão joelho, flexão cotovelo	H: R = 0,89 a 0,98* M: R = 0,79 a 0,98* H: R = 0,80 a 0,98* M: R = 0,80 a 0,96* H: R = 0,79 a 0,96* M: R = 0,80 a 0,95* H: R = 0,89 a 0,98* M: R = 0,80 a 0,95*

H – homens; M – mulheres; R – coeficiente de correlação intraclasse; r – coeficiente de correlação de Pearson; * valor de p não reportado.

clara a análise estatística utilizada (referida como “estabilidade”) e nem foi informada a existência de diferenças entre teste e reteste. A confiabilidade de testes de 75% de 1RM executados com velocidades controladas de 25 e 100°·s⁻¹ (Pereira e Gomes, dados não publicados) em um grupo de adultos jovens resultou em correlações baixas a moderadas ($R = 0,41$ a $0,71$) para o exercício de agachamento (não significativo a 100°·s⁻¹) e moderadas a altas ($R = 0,70$ a $0,90$) para o supino (não significativo a 25°·s⁻¹), sem diferenças entre os testes.

A confiabilidade do teste de 8-10RM com velocidades controladas de 25 e 100°·s⁻¹ para o agachamento e supino também foi investigada por Pereira e Gomes (dados não publicados). Coeficientes de correlação altos ($R = 0,99$ a $1,00$) e pequenos erros padrões das medidas (< 3,6kg ou 3,5% para o agachamento e < 1,6kg ou 2,8% para o supino) sugerem alta confiabilidade do teste, apesar de terem sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre teste e reteste de 8-10RM para o agachamento a 25°·s⁻¹.

A existência de poucos estudos controlados sobre a confiabilidade dos testes de força/resistência muscular em equipamento isotônico sugere que essa qualidade seja verificada antes da realização de estudos que utilizem esses métodos de forma a garantir a qualidade dos resultados para os exercícios e a amostra em questão. Quando lidando com uma população idosa^{8,10}, recomenda-se um período de adaptação ao teste, além da realização de, pelo menos, dois testes, utilizando-se os resultados do segundo.

Assim sendo, com base na necessidade de redução do erro da medida, conforme sugerido por Hopkins¹², e nos poucos estudos disponíveis, seria recomendado que os sujeitos participassem de algumas sessões de adaptação antes da realização dos testes. Ou, se possível, que pelo menos dois testes fossem realizados, com utilização dos resultados do último teste, principalmente quando se deseja quantificar os efeitos de determinado tratamento.

RELAÇÃO ENTRE OS TESTES DE FORÇA MÁXIMA E SUBMÁXIMA E/OU VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

A preocupação com os riscos de lesão provenientes do teste com cargas muito altas e com a economia de tempo vêm gerando vários estudos que tentam estabelecer uma relação entre força máxima e submáxima e/ou entre força máxima e características antropométricas de forma a prever 1RM. A adequação do treinamento aos objetivos traçados também vem incentivando o estudo das relações entre 1RM e força submáxima, de forma que o número de repetições e/ou a carga estabelecida para o treinamento (submáximo) consigam desenvolver as qualidades requeridas.

Os testes submáximos encontrados na literatura podem ser de número máximo de repetições com uma carga fixa arbitrariamente determinada, com uma carga baseada em um percentual da massa corporal, em um percentual de 1RM, ou de carga máxima para um número preestabelecido de repetições.

1RM VS. CARGA FIXA

Estimar o valor de 1RM através de uma carga fixa arbitrariamente determinada pareceria a forma mais simples de proceder. No entanto, a estimativa será melhor ou pior de acordo com o quanto essa carga está próxima do valor real de 1RM (tabela 2) e, assim, a determinação da carga mais adequada para o teste dependerá da população investigada.

O teste de número máximo de repetições com uma carga fixa de 225lb (102,1kg) realizado no supino livre em jogadores de futebol americano^{14,15} resultou em uma correlação alta com o teste de 1RM ($r = 0,96$), com erro padrão da estimativa (EPE) da ordem de 4,9 e 6,4kg, respectivamente. A predição foi melhor quando o número de repetições atin-

TABELA 2
Resultado dos estudos de predição de 1RM a partir de número máximo de repetições com uma carga fixa

Estudo	Amostra	Exercício	1RM (kg) (média ± DP)	Repetições (média ± DP)	Carga (kg)	Predição
Cosgrove e Mayhew ¹⁶	M (n = 51)	supino na máquina	33,1 ± 8,4	44,1 ± 20,0	18,2	1RM(kg) = 18,1+0,34·reps R = 0,81 EPE = 5,0kg
Chapman <i>et al.</i> ¹⁴	H (n = 98)	supino livre	121,3 ± 18,5	7,2 ± 5,5	102,1	r ² = 0,92 EPE = 4,9kg*
Mayhew <i>et al.</i> ¹⁵	H (n = 114)	supino livre	137,1 ± 20,7	10,6 ± 6,4	102,1	1RM(lb) = 226,7+7,1·reps r = 0,96 EPE = 14,1 lb (6,4kg)

H – homens; M – mulheres; DP – desvio padrão; R – coeficiente de correlação múltipla; r – coeficiente de correlação de Pearson; EPE – erro padrão da estimativa; reps – número de repetições; * equação de predição de 1RM não informada.

gido ($7,2 \pm 5,5$ – de 6 a 21¹⁴ e $10,6 \pm 6,4$ – de ~1 a 32¹⁵) foi menor ou igual a dez. Já a predição de 1RM a partir do número máximo de repetições com 18,2kg no supino na máquina em um grupo de mulheres¹⁶ obteve um coeficiente de correlação múltipla (R) moderado (R = 0,81 e EPE = 5,0kg). Possivelmente, o elevado número de repetições obtido neste último estudo ($44,1 \pm 20,0$ – de 8 a 105) prejudicou a qualidade da predição.

1RM VS. % DA MASSA CORPORAL

A predição de 1RM a partir de testes de repetições máximas com uma carga equivalente a um percentual da massa corporal parece gerar equações com correlações altas (R = 0,91 a 0,96) e EPE < 10kg (tabela 3). Porém, a escolha do percentual a ser utilizado é difícil, pois muitas vezes esse valor pode representar uma carga maior que 1RM. Por exemplo, no estudo de Kuramoto e Payne¹⁷, uma carga de 45% da massa corporal representou 73% de 1RM em um grupo de mulheres jovens, 80% em um de mulheres de meia-idade e de 75 a 115% em um de mulheres idosas, de forma que oito dessas mulheres não foram capazes de realizar qualquer repetição. No grupo de jogadores de futebol americano estudado por Schell *et al.*¹⁸, a carga preestabelecida foi 120% da massa corporal e, dessa maneira, seis sujeitos não conseguiram realizar uma única repetição.

1RM VS. % DE 1RM

A prescrição do treinamento é comumente feita a partir de um número predeterminado de repetições. O estudo do

desempenho para diferentes intensidades (% de 1RM) pode ajudar a esclarecer o comportamento de diferentes grupos musculares e diferentes níveis de condicionamento, determinando o número ideal de repetições para cada objetivo proposto. A tabela 4 resume os estudos que investigaram algumas relações referentes aos testes de % de 1RM.

O número máximo de repetições obtido em testes de 40, 60, 70 e 80% de 1RM foi diferente para os diversos exercícios de membros superiores e inferiores^{13,19-21}, tanto para homens como mulheres, treinados e não treinados. Somente o estudo de McNanamee *et al.*²² não encontrou diferença no número de repetições obtidas a 85% de 1RM entre exercícios para membros superiores e inferiores e, além disso, as correlações obtidas entre o teste de repetições máximas e 1RM não foram significativas.

Resultados de investigações no nosso laboratório²³ mostraram que o número de repetições a 75% de 1RM, a 25 e 100^o.s⁻¹, também foi diferente entre os exercícios de agachamento e supino e diferente entre velocidades para o mesmo exercício. Esse parece ter sido o primeiro estudo que investiga as relações entre testes com controle da velocidade de execução do movimento.

Em um estudo de Mayhew *et al.*²⁴, o número de repetições realizado em um minuto com carga entre 55 e 95% de 1RM gerou uma equação de regressão exponencial para predição do % 1RM (tabela 4). A estimativa de 1RM a partir desse valor (% 1RM) correlacionou-se bem (r = 0,98 e EPE = 4,8kg) com o valor real. Outro estudo de Mayhew *et al.*²⁵ utilizou o mesmo protocolo para predizer o % 1RM antes e após o treinamento, não encontrando diferenças significa-

TABELA 3
Resultado dos estudos de predição de 1RM a partir de número máximo de repetições com carga equivalente a percentual da massa corporal

Estudo	Amostra	Exercício	Carga (%)	Predição
Kuramoto e Payne ¹⁷	M jovens (20-30 anos; n = 23), meia-idade (40-50 anos; n = 27) e idosas (60-70 anos; n = 23) não treinadas	puxada	45	jovens e meia-idade: 1RM(kg) = 3,41+(-0,2·idade)+(1,06·carga)+(0,58·reps) R = 0,95 EPE = 1,9kg idosas: 1RM(kg) = -3,73+(0,92·carga)+(0,79·reps) R = 0,91 EPE = 2,0kg
Schell <i>et al.</i> ¹⁸	H (n = 58) treinados	supino livre	100 110 120	1RM(lb) = 1,43·carga+6,6·reps-99,4 R = 0,92 EPE = 21,9 lb (9,9kg) 1RM(lb) = 1,28·carga+7,5·reps-74,1 R = 0,94 EPE = 19,7 lb (8,9kg) 1RM(lb) = 1,15·carga+9,1·reps-47,2 R = 0,96 EPE = 16,3 lb (7,4kg)

H – homens; M – mulheres; MC – massa corporal; R – coeficiente de correlação múltipla; EPE – erro padrão da estimativa; reps – número de repetições.

TABELA 4
Resultados dos estudos de predição de 1RM a partir de número
máximo de repetições com carga equivalente a percentual de 1RM

Estudo	Amostra	Exercício	Carga (%1RM)	Relações
Kravitz <i>et al.</i> ²¹	H (n = 18) adolescentes levantadores de peso de elite	supino livre	70	1RM(kg) = 90,66+0,085·reps-carga-5,306·reps R ² = 0,98 EPE = 2,69kg
		agachamento	70	1RM(kg) = 159,9+0,103·reps-carga-11,552·reps R ² = 0,98 EPE = 5,06kg
		levantamento terra	80	1RM(kg) = 156,08+0,098·reps-carga-12,106·reps R ² = 0,98 EPE = 4,97kg
Pereira e Gomes ²³	H (n = 5) e M (n = 3)	agachamento e supino 25 ^o .s ⁻¹ e 100 ^o .s ⁻¹	75	reps SIG diferente entre exercícios e velocidades
Hoeger <i>et al.</i> ²⁰	H (n = 38) não treinados	<i>leg press</i> , puxada, supino livre, extensão Joelho,	40	reps SIG diferente
		abdominal, flexão Joelho,	60	
		flexão cotovelo	80	
Hoeger <i>et al.</i> ¹³	H (n = 63) e M (n = 66) treinados e não treinados	<i>leg press</i> , puxada, supino livre, extensão Joelho,	40	reps SIG diferente treinados SIG diferente destreinados
		abdominal, flexão Joelho,	60	
		flexão cotovelo	80	
Mayhew <i>et al.</i> ²⁴	H (n = 184) e M (n = 251) treinados	supino livre	55-95	%1RM = 52,2+41,9e ^{-0,055reps} r = 0,80 EPE = 6,4%
Mayhew <i>et al.</i> ²⁵	H (n = 70) e M (n = 51) pré e pós-treinamento	supino livre	55-95	reps pré NS diferente pós r > 0,68 EPE < 7,8%
Clairborne e Donolli ¹⁹	M (n = 20) não treinadas	<i>leg press</i> , flexão cotovelo, flexão Joelho, extensão Joelho, puxada	60	reps SIG diferente
			80	
McNanamee <i>et al.</i> ²²	M (n = 19)	desenvolvimento, extensão bilateral Joelho	85	reps NS diferente

H – homens; M – mulheres; R – coeficiente de correlação múltipla; r – coeficiente de correlação simples; reps – número de repetições; SIG – significativamente; NS – não significativamente.

tivas entre as equações geradas para predição (pré e pós-treinamento).

Kravitz *et al.*²¹ encontraram que repetições máximas a 70% de 1RM foram melhores preditores de 1RM para agachamento e supino do que a 80% e 90% de 1RM. Entretanto, para o levantamento terra, 80% de 1RM mostrou ser melhor preditor (tabela 4).

Dados não publicados de nosso laboratório mostraram que a predição da carga para 1RM a partir de 75% de 1RM executado a 25 e 100^o.s⁻¹ para agachamento e supino não foi boa, tanto para a regressão linear quanto para a exponencial (r² < 0,44 e 0,49, respectivamente), para os dois exercícios. Além disso, os coeficientes de correlação de Pearson entre 1RM e 75% de 1RM nessas velocidades não foram estatisticamente significativos.

1RM VS. nRM

A prescrição do treinamento é, normalmente, baseada em um número predeterminado de repetições, porém, a intensidade (%1RM) que um número de repetições representa para um exercício e/ou grupamento muscular pode não ser a mesma que para outro.

A correlação entre os testes de 1RM e de 7-10RM parece ser alta (r = 0,94 a 0,99), tanto antes como após o treinamento^{9,26} (tabela 5). As correlações entre os testes de 1RM e 8-10RM, este executado a 25 e 100^o.s⁻¹²⁷, também foram altas (r = 0,83 a 0,95), tanto para o exercício de agachamento quanto para o supino.

Entretanto, Braith *et al.*⁹ encontraram equações diferentes para as relações nas condições pré-treinamento e pós-trei-

TABELA 5
Resultado dos estudos de predição de 1RM a partir do teste de nRM

Estudo	Amostra	Teste	Exercício	Predição
Pereira e Gomes ²⁷	H (n = 11) e M (n = 13)	8-10RM 25°·s ⁻¹ e 100°·s ⁻¹	agachamento supino	25°·s ⁻¹ : H: r = 0,83; M: r = 0,86 100°·s ⁻¹ : H: r = 0,94; M: r = 0,91 25°·s ⁻¹ : H: r = 0,92; M: r = 0,95 100°·s ⁻¹ : H: r = 0,94; M: r = 0,95
Pereira e Gomes (dados não publicados)	H (n = 4) e M (n = 6)	8-10RM 25°·s ⁻¹ e 100°·s ⁻¹	agachamento supino	25°·s ⁻¹ : ~75%1RM 1RM(kg) = 1,79·carga-30,02 100°·s ⁻¹ : ~86%1RM 1RM(kg) = 1,01·carga+15,27 25°·s ⁻¹ : ~70%1RM 1RM(kg) = 1,65·carga-4,78 100°·s ⁻¹ : ~79%1RM 1RM(kg) = 1,30·carga-1,70
Kraemer <i>et al.</i> ²⁸	H (n = 8) não treinados c/ experiência	10RM 15 reps·min ⁻¹	supino livre, puxada, extensão joelho, flexão joelho	~75%1RM
Braith <i>et al.</i> ⁹	H (n = 33) e M (n = 25) sedentários	7-10RM pré e pós-treinamento	extensão bilateral joelho	pré ~70%1RM 1RM(kg) = 1,554·carga-5,181 r = 0,94 EPE = 9,3kg pós ~80%1RM 1RM(kg) = 1,172·carga+7,704 r = 0,95 EPE = 9,9kg
Cummings e Finn ³⁰	M (n = 57) não treinadas	4-8RM	supino livre	1RM(kg) = 1,149·carga+0,7119 R = 0,93 EPE = 1,92kg 1RM(kg) = 1,175·carga+0,839·reps-4,2978 R = 0,94 EPE = 1,73kg
Hopkins <i>et al.</i> ²⁶	H (n = 3) e M (n = 16) não treinados (3 s/adaptação)	7-10RM pré e pós-treinamento	desenvolvimento extensão joelho	~85%1RM pré r = 0,98; pós r = 0,99 ~80%1RM pré r = 0,96; pós r = 0,98
Abadie e Wentworth ²⁹	M (n = 30) não treinadas	5-10RM	supino máquina desenvolvimento extensão joelho	1RM(lb) = 7,24+1,05·carga r = 0,91 EPE = 2,5kg 1RM(lb) = 1,43+1,20·carga r = 0,92 EPE = 1,6kg 1RM(lb) = 4,67+1,14·carga r = 0,94 EPE = 2,3kg

H – homens; M – mulheres; R – coeficiente de correlação múltipla; r – coeficiente de correlação de Pearson ou simples; EPE – erro padrão da estimativa; reps – número de repetições.

namento, ao contrário de Hopkins *et al.*²⁶, que encontraram equações semelhantes (intercepto e gradiente semelhantes para pré e pós). Para Braith *et al.*⁹, a carga para 7-10RM representou 70% de 1RM na extensão bilateral de joelhos antes e 80% após o treinamento, enquanto que para Hopkins *et al.*²⁶ os valores foram semelhantes nos dois momentos, 85 e 80% de 1RM para o desenvolvimento e a extensão unilateral de joelho, respectivamente. Já Kraemer *et al.*²⁸ fixaram a cadência do movimento em 15 repetições·min⁻¹ e encontraram correspondência de 75% entre 1RM e a carga de 10RM nos quatro exercícios testados (su-

pino livre, puxada no *pulley*, extensão de joelho e flexão de joelho). Uma carga de 8-10RM, com execução à velocidade de 25°·s⁻¹, correspondeu a 75% de 1RM no agachamento e 70% de 1RM no supino (Pereira e Gomes dados não publicados). A 100°·s⁻¹, essas cargas corresponderam a 86% no agachamento e 79% no supino (figura 1). Essas relações foram as mesmas antes e após 12 semanas de treinamento nessas duas velocidades.

De acordo com Braith *et al.*⁹, 1RM pode ser predita pelo teste de 7-10RM com precisão de ± 10% tanto para indivíduos mais fortes (1RM ≥ 100kg, r = 0,65 e EPE = 11,0kg)

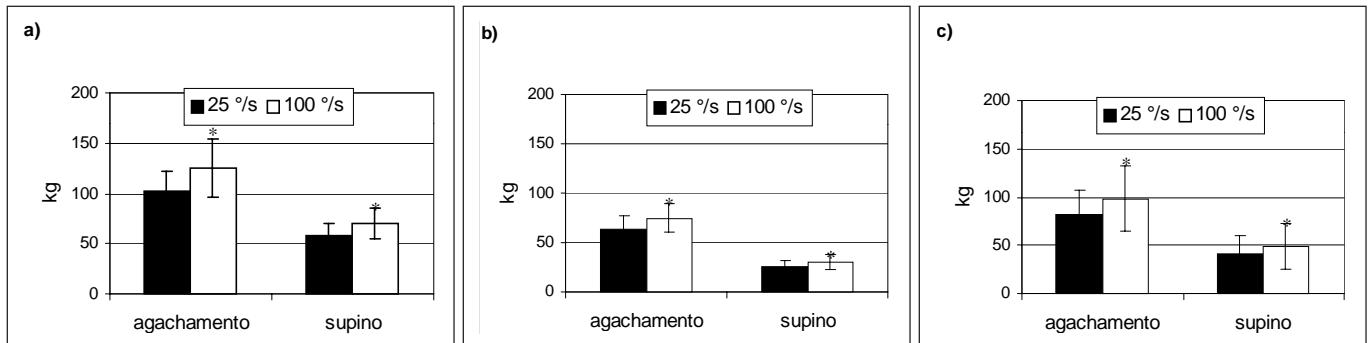


Fig. 1 – Carga para 8-10RM a 25 e 100%.s⁻¹ para os exercícios de agachamento e supino para: **a)** homens, n = 11; **b)** mulheres, n = 13; e **c)** o grupo todo, n = 24

* significativamente diferente de 25%.s⁻¹ para p < 0,05

TABELA 6
Resultado dos estudos de predição de 1RM a partir de variáveis antropométricas

Estudo	Amostra	Exercício	Variáveis/Correlação	Predição
Kravitz <i>et al.</i> ²¹	H (n = 18) adolescentes levantadores de peso de elite	supino livre agachamento levantamento terra	estatura, MC, circunferência tórax, circunferência braço 0,02 a 0,58	não disponível
Mayhew <i>et al.</i> ³²	H (n = 58) treinados	supino livre agachamento levantamento terra	MC, MCM, AST braço, circunferência braço, AST coxa, circunferência coxa 0,50 a 0,79	R = 0,87 EPE = 12,1kg R = 0,74 EPE = 23,9kg R = 0,67 EPE = 23,1kg
Mayhew <i>et al.</i> ³³	H (n = 72) treinados	supino livre agachamento levantamento terra	MCM, circunferência braço 0,52 a 0,71	R = 0,83 EPE = 13,2kg R = 0,74 EPE = 21,6kg R = 0,67 EPE = 18,4kg
Bale <i>et al.</i> ³⁵	H adultos (n = 58) H adolescentes (n = 85) treinados	supino livre levantamento terra	MC, MCM, índice ponderal, endo, meso, ecto adultos 0,33 a 0,61 adolescentes 0,46 a 0,71	R = 0,52 a 0,80 EPE = 14,5 a 18,5kg R = 0,43 a 0,65 EPE = 18,0 a 24,9kg
Mayhew e Hafertepe ³⁶	M adolescentes (n = 15) treinadas	<i>leg press</i>	IMC, comprimento total perna 0,54 e -0,63	R = 0,67 EPE = 20,2kg
Cummings e Finn ³⁰	M (n = 57) não treinadas	supino livre	MC, AST braço, circunferência braço, diâmetro biacromial 0,27 a 0,51	preditor: circunferência braço r = 0,47 EPE = 2,3kg
Ballman <i>et al.</i> ³¹	M (n = 124) não treinadas	supino livre	MCM, AST braço, circunferência braço, circunferência tórax, meso 0,38 a 0,41	R = 0,51 a 0,63 EPE = 5,2 a 5,7kg
Scanlan <i>et al.</i> ³⁴	M (n = 113) não treinadas	supino livre	AST braço, circunferência braço, circunferência antebraço, meso 0,42 a 0,45	R = 0,51 a 0,64 EPE = 5,4 a 6,0kg

H – homens; M – mulheres; MC – massa corporal; MCM – massa corporal magra; IMC – índice de massa corporal; AST – área de seção transversa; endo – endomorfia; meso – mesomorfia; ecto – ectomorfia; R – coeficiente de correlação múltipla; r – coeficiente de correlação simples; EPE – erro padrão da estimativa.

como para os menos fortes ($1RM \leq 100\text{kg}$, $r = 0,90$ e $EPE = 6,5\text{kg}$). Pereira e Gomes (dados não publicados) também encontraram boas predições para 1RM a partir dos testes de 8-10RM a 25 e $100^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ($r^2 > 0,94$ e $EPE < 8,3\%$ no agachamento e $< 7,2\%$ no supino).

Os testes de 5-10RM e de 4-8RM também parecem ser bons preditores de 1RM em mulheres não treinadas^{29,30}. Abadie e Wentworth²⁹ encontraram correlações de $r = 0,91$ a $0,94$ ($EPE = 1,6$ a $2,5\text{kg}$) nos exercícios testados e Cummings e Finn³⁰ obtiveram $R = 0,93$ ($EPE = 1,92\text{kg}$), quando utilizaram somente a carga como fator de regressão, e $R = 0,94$ ($EPE = 1,73\text{kg}$), quando a carga e o número de repetições foram utilizados na equação (tabela 5).

1RM VS. VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

As correlações entre 1RM e variáveis antropométricas e o poder de predição de 1RM a partir dessas variáveis são, em geral, muito baixos (tabela 6). Medidas de área de seção transversa e circunferência do membro envolvido no movimento³⁰⁻³⁴ e de massa corporal^{30-33,35,36} parecem ser as variáveis mais relevantes nas relações com medidas de força. Em estudo recente com adolescentes atletas de elite²¹, a

variável anos de experiência em treinamento foi melhor correlacionada a 1RM do que qualquer variável antropométrica. Provavelmente, mais do que o aspecto morfológico, a técnica e a experiência de execução são melhores determinantes do desempenho em testes de força máxima.

VALIDAÇÃO CRUZADA DAS EQUAÇÕES PARA PREDIÇÃO DE 1RM

Estudos de validação cruzada foram feitos com o intuito de verificar a adequação das equações para outras populações. Nove equações^{9,15,24,37-42} foram investigadas em sete estudos diferentes^{15,24,26,30,43-45} (tabela 7). Dessas, somente duas foram validadas, a de Mayhew *et al.*²⁴ em dois estudos encabeçados pelo mesmo autor^{15,44} e a de Epley³⁸ no estudo de Cummings e Finn³⁰.

Apesar de as equações para predição de 1RM a partir de testes submáximos apresentarem valores de correlação bastante altos (em geral $> 0,90$) e EPE aceitável (na maioria dos casos $\leq 10\%$), a validação cruzada resulta, em geral, em predições super ou subestimadas. Da mesma forma, as equações para predição de 1RM com variáveis antropométricas^{34,46} em sua totalidade a super ou subestimaram significativamente^{31,34} (tabela 8).

TABELA 7
Resultados dos estudos de validação cruzada para predição de 1RM a partir de testes submáximos

Estudo	Amostra	Teste	Exercício	Equações	Resultados
Mayhew <i>et al.</i> ²⁴	H (n = 225) e M (n = 101)	repetições em 1min c/ carga fixa	supino livre	Mayhew <i>et al.</i> ²⁴	diferenças NS
Mayhew <i>et al.</i> ⁴⁴	H (n = 220)	repetições máximas c/ carga fixa	supino livre	Brzycki ³⁷ , Lander ³⁹ , Mayhew <i>et al.</i> ²⁴ , Epley ³⁸ , Lombardi ⁴⁰ , O'Conner <i>et al.</i> ⁴¹	diferenças SIG (p < 0,05)
Ware <i>et al.</i> ⁴⁵	H atletas (n = 45)	repetições máximas c/ carga fixa	supino livre agachamento	Brzycki ³⁷ , Epley ³⁸ , Lander ³⁹ , Mayhew <i>et al.</i> ²⁴	correlações SIG (p < 0,01) diferenças SIG (p < 0,01)
LeSuer <i>et al.</i> ⁴³	H (n = 40) e M (n = 27) não treinados	repetições máximas c/ carga fixa	supino livre agachamento levantamento terra	Brzycki ³⁷ , Epley ³⁸ , Lander ³⁹ , Lombardi ⁴⁰ , Mayhew <i>et al.</i> ²⁴ , O'Conner <i>et al.</i> ⁴¹ , Wathan ⁴²	correlações SIG* supino: diferenças SIG (p < 0,01)** agachamento: diferenças SIG (p < 0,01)*** levantamento terra: diferenças SIG (p < 0,01)
Cummings e Finn ³⁰	M (n = 57) não treinadas	4-8RM	supino livre	Brzycki ³⁷ , Landers ³⁹ , Epley ³⁸	Epley: diferenças NS demais: diferenças SIG (p < 0,001)
Hopkins <i>et al.</i> ²⁶	H (n = 3) e M (n = 16)	7-10RM	desenvolvimento extensão Joelho	Braith <i>et al.</i> ⁹	diferenças SIG* pré e pós treino
Mayhew <i>et al.</i> ¹⁵	H (n = 28) treinados	repetições máximas c/ carga fixa	supino livre	Mayhew <i>et al.</i> ¹⁵	diferenças NS

H – homens; M – mulheres; NS – não significativas; SIG – significativas.

* valor de p não reportado; ** exceto Mayhew *et al.*²⁴ e Wathan⁴²; *** exceto Wathan⁴².

TABELA 8
Resultados dos estudos de validação cruzada de equações para
predição de 1RM de supino livre a partir de variáveis antropométricas

Referência	Amostra	Equações	Resultados
Ballman <i>et al.</i> ³¹	M (n = 124) não treinadas	5 retiradas de Mayhew <i>et al.</i> ⁴⁶ e Scanlan <i>et al.</i> ³⁴	diferenças SIG* de 7,9 a 21,1%
Scanlan <i>et al.</i> ³⁴	M (n = 113) não treinadas	3 retiradas de Mayhew <i>et al.</i> ⁴⁶	diferenças SIG* de 19,5 a 24,3%

M – mulheres; SIG – significativas; * valor de p não reportado.

Possivelmente, a especificidade tem grande influência nas relações estabelecidas para 1RM, sofrendo interferência da amostra, do exercício e da forma de execução.

CONCLUSÕES

Testes de força são amplamente utilizados em pesquisa, porém poucos estudos controlados reportam a confiabilidade intra-avaliadores. Os resultados desses estudos indicam boa confiabilidade dos testes de 1RM e nRM, porém os de número máximo de repetições a determinada porcentagem de 1RM merecem maior investigação. Recomenda-se que, para o uso em pesquisa, quando a precisão é fundamental, a confiabilidade dos testes a serem utilizados seja testada antes de iniciar o estudo. Desconhece-se, no entanto, qualquer estudo que tenha investigado a confiabilidade interavaliadores.

A predição de 1RM a partir de variáveis antropométricas tem poder fraco. Testes submáximos parecem oferecer melhor potencial de predição, mas, mesmo assim, a maioria das equações estabelecidas não tem sua validação comprovada.

Uma das utilidades dos testes submáximos é a sua utilização na prescrição do exercício. No entanto, quando se prescreve uma carga adequada para um número determinado de repetições máximas, pode-se estar prescrevendo intensidades diferentes para grupamentos diferentes, pois um mesmo número de repetições máximas representa diferentes percentuais de 1RM, dependendo do movimento, ou mesmo da forma de execução e do equipamento.

Somente três dos estudos revisados^{16,17,28} e Pereira e Gomes (dados não publicados) utilizaram alguma forma de controle da cadência do movimento. Essa variável também pode interferir nas relações, como mostram os estudos de LaChance e Hortobagyi⁴⁷, em que o número de repetições realizadas nos exercícios de puxada na barra e “flexão de braços” variou de acordo com diferentes cadências de execução, e de Silva *et al.*⁴⁸, que encontraram diferença entre o ritmo livre e os com velocidade cadenciada

para o número de repetições na puxada na barra. Resultados preliminares com os exercícios de agachamento e supino nas velocidades de 25 e 100°·s⁻¹²⁷ indicam diferença significativa na carga para 8-10RM entre as duas velocidades, nos dois exercícios (figura 1).

A predição de 1RM a partir de testes submáximos e de variáveis antropométricas (circunferências, alturas, percentual de gordura, somatótipo, entre outras), ou mesmo a prescrição de exercícios, deve ser vista com cautela. A especificidade da amostra (homens *vs.* mulheres, treinados *vs.* não treinados), do exercício (membros superiores *vs.* membros inferiores, multiarticular *vs.* uniarticular, grandes grupamentos musculares *vs.* pequenos grupamentos musculares), da idade (jovens *vs.* idosos), do nível de força (muito fortes *vs.* pouco fortes) são fatores que podem interferir nas relações.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, Ministério da Educação, pelo apoio financeiro ao primeiro autor deste artigo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- American College of Sports Medicine. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91.
- American College of Sports Medicine. Position Stand: Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:992-1008.
- American College of Sports Medicine. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34:364-80.
- Shaw CE, McCully KK, Posner JD. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J Cardiopulm Rehabil* 1995; 15:283-7.
- Adams KJ, Swank AM, Barnard KL, Berning JM, Sevene-Adams PG. Safety of maximal power, strength, and endurance testing in older African American women. *J Strength Cond Res* 2000;13:254-60.

6. Faigenbaum AD, Milliken LA, Westcott WL. Maximal strength testing in healthy children. *J Strength Cond Res* 2003;17:162-6.
7. Pollock ML, Carrol JF, Graves JE, Leggett SH, Braith RW, Limacher M, et al. Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:1194-200.
8. Ploutz-Snyder LL, Giamis EL. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *J Strength Cond Res* 2001;15:519-23.
9. Braith RW, Graves JE, Leggett SH, Pollock ML. Effect of training on the relationship between maximal and submaximal strength. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:132-8.
10. Rikli RE, Jones CJ, Beam WC, Duncan SJ, Lamar B. Testing versus training effects on 1RM strength assessment in older adults [Resumo]. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:S153.
11. Vincent WJ. *Statistics in kinesiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.
12. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000;30:1-15.
13. Hoeger WWK, Hopkins DR, Barette SL, Hale DF. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *Journal of Applied Sport Science Research* 1990;4:47-54.
14. Chapman PP, Whitehead JR, Binkert RH. The 225-lb reps-to-fatigue test as a submaximal estimate of 1-RM bench press performance in college football players. *J Strength Cond Res* 1998;12:258-61.
15. Mayhew JL, Ware JS, Bembem MG, Wilt B, Ward TE, Farris B, et al. The NFL-225 test as a measure of bench press strength in college football players. *J Strength Cond Res* 1999;13:130-4.
16. Cosgrove L, Mayhew J. A modified YMCA bench press test to predict strength in adult women. *IAHPERD Journal* [periódico online] 1997 [citado em agosto de 2002];30:[2 telas]. Disponível em URL: http://www.mum.edu/exss_dept/iahperd/journal/j97s_bench.html.
17. Kuramoto AK, Payne VG. Predicting muscular strength in women: a preliminary study. *Res Q Exerc Sport* 1995;66:168-72.
18. Schell J, Ware JS, Mayhew JL. Muscular endurance performance relative to body weight to predict 1-RM bench press in college football players. *IAHPERD Journal* 1999;32:30-1.
19. Clairborne JM, Donolli JD. Number of repetitions at selected percentages of one repetition maximum in untrained college women [Resumo]. *Res Q Exerc Sport* 1993;64:A39-40.
20. Hoeger WWK, Barette SL, Hale DF, Hopkins DR. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *Journal of Applied Sport Science Research* 1987;1:11-3.
21. Kravitz L, Akalan C, Nowicki K, Kinzey SJ. Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters. *J Strength Cond Res* 2003;17:167-72.
22. McNanamee C, Prather L, Cochrane J, Mayhew J. Comparison of relative muscular endurance for arm and leg exercises in college women. *IAHPERD Journal* 1997;31:12-3.
23. Gomes PSC, Pereira MIR. Effects of testing velocity on total resistance work at submaximal load [Resumo]. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34: S152.
24. Mayhew JL, Ball TE, Arnold MD, Bowen JC. Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and women. *Journal of Applied Sport Science Research* 1992;6:200-6.
25. Mayhew JL, Ball TE, Bowen JC. Prediction of bench press lifting ability from submaximal repetitions before and after training. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation* 1992;3:195-201.
26. Hopkins L, Cochrane J, Mayhew JL. Prediction of arm and leg strength from the 7-10-RM before and after strength training on Nautilus machine weights. *IAHPERD Journal* 1999;33:40-1.
27. Pereira MIR, Gomes PSC. Relationship between 1RM and 8-10RM at two speeds for squat and bench press exercises [Resumo]. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:S332.
28. Kraemer RR, Kilgore JL, Kraemer GR, Castracane VD. Growth hormone, IGF-I, and testosterone responses to resistive exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:1346-52.
29. Abadie BR, Wentworth MC. Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females. *Journal of Exercise Physiology Online* [periódico online] 2000 [citado em julho de 2002];3:[6 telas]. Disponível em URL: <http://www.css.edu/users/tboone2/asep/JEPonlineABADIE.html>.
30. Cummings B, Finn KJ. Estimation of a one repetition maximum bench press for untrained women. *J Strength Cond Res* 1998;12:262-5.
31. Ballmann KL, Scanlan JM, Mayhew JL, Lantz CD. Prediction of bench press strength in untrained females from anthropometric dimensions and psychological indicators of activity involvement. *Journal of Human Movement Studies* 1999;37:217-33.
32. Mayhew JL, Piper FC, Ware JS. Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;33:159-65.
33. Mayhew JL, Piper FC, Ware JS. Relationships of anthropometric dimensions to strength performance in resistance trained athletes. *Journal of Physical Education & Sport Science* 1993;5:7-16.
34. Scanlan JM, Ballmann KL, Mayhew JL, Lantz CD. Anthropometric dimensions to predict 1-RM bench press in untrained females. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;39:54-60.
35. Bale P, Colley E, Mayhew JL, Piper FC, Ware JS. Anthropometric and somatotype variables related to strength in American football players. *J Sports Med Phys Fitness* 1994;34:383-9.
36. Mayhew DL, Hafertepe M. Relationship of structural dimensions to leg press strength in trained adolescent females. *IAHPERD Journal* [periódico online] 1996 [citado em agosto de 2002];29: [2 telas]. Disponível em URL: http://www.mum.edu/exss_dept/iahperd/journal/j96s_legpress.html.
37. Brzycki H. Strength testing: predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOHPERD* 1993;64:88-90.
38. Epley B. *Poundage chart*. Boyd Epley workout. Lincoln, NE, 1995.
39. Lander J. Maximums based on reps. *NSCA Journal* 1985;6:60-1.
40. Lombardi VP. *Beginning weight training*. Dubuque, IA: W.C. Brown, 1989;201.
41. O'Conner BJ, Simmons J, O'Shea P. *Weight training today*. St Paul, MN: West Publishing, 1989;26-33.
42. Wathan D. Load assignment. In: Beachle TR, editor. *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994;435-9.
43. LeSuer DA, McCormick JH, Mayhew JL, Wasserstein RL, Arnold MD. The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat and deadlift. *J Strength Cond Res* 1997;11:211-3.
44. Mayhew JL, Prinster JL, Ware JS, Zimmer DL, Arabas JR, Bembem MG. Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *J Sports Med Phys Fitness* 1995;35:108-13.
45. Ware JS, Clemens CT, Mayhew JL, Johnston TJ. Muscular endurance repetitions to predict bench press and squat strength in college football players. *J Strength Cond Res* 1995;9:99-103.
46. Mayhew JL, Ball TE, Bowen JC, Prudhomme-Lizotte J. Relationship between anthropometric dimensions and bench press strength in females. *J Osteopath Sports Med* 1989;3:9-14.
47. LaChance PF, Hortobagyi T. Influence of cadence on muscular performance during push-up and pull-up exercise. *J Strength Cond Res* 1994;8:76-9.
48. Silva EB, Teixeira MS, Gomes PS. Efeitos do ritmo de execução e nível de treinamento sobre a força muscular de membros superiores [Resumo]. *Anais do XXIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*, São Paulo, SP, 2000;96.