

Comparação do desempenho de praticantes de exercícios resistidos por diferentes métodos de ajuste pela massa corporal.

Performance comparison of resistance-trained subjects by different methods of adjusting for body mass

Wladimir Külkamp¹
Jonathan Ache Dias¹
Susana Cristina Domenech²
Noé Gomes Borges Junior²
Monique da Silva Gevaerd²

Resumo – O objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho (1RM) de praticantes de exercícios resistidos (ER), a partir de diferentes métodos de ajuste pela massa corporal (MC): ratio standard, expoente alométrico teórico (0,67) e expoentes alométricos específicos. Participaram do estudo 11 homens e 11 mulheres saudáveis, não-atletas, com média de idade de 22 anos, praticantes de ER há pelo menos seis meses. Foram utilizados os exercícios supino reto (SR), leg press 45° (LP) e rosca direta (RD), sendo realizado um ranqueamento (classificação decrescente) dos indivíduos de acordo com cada método. Os expoentes alométricos específicos para cada exercício encontrados foram, para homens 0,73 (SR), 0,35 (LP) e 0,71 (RD) e para mulheres 1,22 (SR), LP 1,02 (LP) e 0,85 (RD). O teste de postos de Kruskal-Wallis não detectou diferença entre os ranqueamentos. No entanto, a inspeção visual indicou que os métodos quase sempre classificavam de maneira diferente os indivíduos em relação ao desempenho. Além disso, nenhum ranqueamento de força corrigida foi igual ao da força absoluta (1RM). Os resultados sugerem que há uma faixa de valores na qual as diferenças entre os expoentes não refletem ranqueamentos distintos (abaixo de 0,07 pontos) e uma faixa em que os ranqueamentos podem ser essencialmente diferentes (acima de 0,14 pontos). Isso pode ser importante na seleção em longo prazo de expoentes alométricos que sejam universalmente aceitos, tendo em vista a variação dos valores apresentados em diferentes estudos. A padronização de expoentes pode permitir o uso da alometria como ferramenta adicional na prescrição do ER.

Palavras-chave: Antropometria; Força muscular; Treinamento de resistência.

Abstract – *The aim of this study was to compare the performance (1RM) of resistance-trained subjects, using different methods of adjusting for body mass (BM): ratio standard, theoretical allometric exponent (0.67), and specific allometric exponents. The study included 11 male and 11 female healthy non-athletes (mean age = 22 years) engaged in regular resistance training for at least 6 months. Bench press (BP), 45° leg press (LP) and arm curl (AC) exercises were performed, and the participants were ranked (in descending order) according to each method. The specific allometric exponents for each exercise were: for men – BP (0.73), LP (0.35), and AC (0.71); and for women – BP (1.22), LP (1.02), and AC (0.85). The Kruskal-Wallis test revealed no differences between the rankings. However, visual inspection indicated that the participants were often classified differently in relation to performance by the methods used. Furthermore, no adjusted strength score was equal to the absolute strength values (1RM). The results suggest that there is a range of values in which the differences between exponents do not reflect different rankings (below 0.07 points) and a range in which rankings can be fundamentally different (above 0.14 points). This may be important in long-term selection of universally accepted allometric exponents, considering the range of values found in different studies. The standardization of exponents may allow the use of allometry as an additional tool in the prescription of resistance training.*

Key words: Anthropometry; Muscle strength; Resistance training.

1 Universidade do Estado de Santa Catarina. Departamento de Educação Física. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Florianópolis, SC. Brasil.

2 Universidade do Estado de Santa Catarina. Departamento de Ciências da Saúde. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Florianópolis, SC. Brasil.

Recebido em 06/10/11
Revisado em 15/11/11
Aprovado em 17/01/12



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

A medida da fora muscular é fundamental no âmbito do esporte, da prevenao ou da reabilitaao, pois tanto a planificaao de treinamentos quanto a elaboraao de diagnósticos e protocolos de tratamento dependem muitas vezes dos resultados de sua avaliaao^{1,2}.

Apesar de evidências apontarem relaao entre massa corporal (MC) e fora muscular (FM)³⁻⁷, no momento das avaliaoes geralmente é negligenciada a importância do ajuste ou correao dos níveis de FM pela MC, quando se pretende a comparaao de diferentes sujeitos. Quando é utilizado algum tipo de correao^{8,9}, limita-se ao uso da chamada *ratio standard*¹⁰ (FM/MC).

Outras variáveis como área seccional transversa (AST) dos músculos podem ser biologicamente mais correlatas com a FM¹¹⁻¹⁴. Contudo, a medida confiável da AST   dispendiosa, realizada por meio de tomografia computadorizada¹² ou ressonância magn tica¹⁴, fazendo com que o uso da MC seja mais atrativo.

Muitos fen menos naturais, entre eles a relaao entre FM e MC, obedecem à lei de pot ncia¹⁵ ($y=ax^b$), tornando crescente o número de estudos realizados para verificar a adequaao da alometria na comparaao da FM de indivíduos ou grupos. Sucintamente, ajustes alométricos são realizados com a linearizaao de uma funao potência a partir do método dos quadrados mínimos (equaao 2), utilizando o logaritmo natural (ln) das variáveis dependente e independente, neste caso, FM e MC respectivamente.

Além de configurar-se como um método relativamente fácil, a alometria tem uma base teórica fortalecida e vem ganhando credibilidade no campo acad mico-cient fico^{5,16-19}. Todavia, a maioria dos estudos trata apenas da alometria aplicada ao desempenho de atletas^{7,20}, negligenciando a realidade dos não-atletas, principalmente, os praticantes de ER.

Alguns autores têm sugerido a utilizaao do expoente 0,67, baseado na Teoria da Similaridade Geométrica, sempre que não for possível a obtenao de um expoente alométrico espec fico^{5,21,22}. Porém, a similaridade geométrica não acontece na prática, ao menos na relaao entre os perímetros de segmentos corporais e a MC²³.

Comparar o desempenho de não-atletas pode parecer corriqueiro. Todavia, o estudo de métodos que permitam comparaoes mais adequadas da FM entre diferentes grupos e sujeitos, especialmente, os não-atletas, pode auxiliar na construao de valores normativos que levem em conta as diferentes compleioes físicas e funcionais dos indivíduos.

O objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho (fora muscular; FM) de praticantes de exercícios resistidos (ER) a partir de diferentes métodos de ajuste pela massa corporal (MC): *ratio standard*, expoente alométrico teórico (0,67) e expoentes alométricos específicos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos

Participaram do estudo 11 homens e 11 mulheres, não-atletas, praticantes de ER há seis meses (quadro 2). O protocolo de treinamento era composto por oito a dez exercícios resistidos, que envolviam os principais grupos musculares, realizados três vezes por semana, com duas a três séries de 8 a 12 repetições. Foram avaliados apenas indivíduos com alguma experiência em testes de força dinâmica máxima (1RM).

Foram critérios de exclusão a existência de alguma incapacidade física, que impedisse ou tornasse insegura a realização dos testes e o uso de medicamentos que pudessem interferir no desempenho.

Todos os sujeitos que participaram do estudo leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina, estando registrados sob o número 143/2009.

Procedimentos

Os testes de 1RM foram precedidos por exercícios de aquecimento geral e específico, sendo avaliados os exercícios Supino Reto (SR), Leg Press 45° (LP) e Rosca Direta (RD), nesta ordem, evitando que dois exercícios de membros superiores fossem realizados consecutivamente. Foi definida como 1RM a carga com a qual o indivíduo conseguisse realizar apenas uma repetição, sem mudança significativa na técnica de execução e abrangendo toda a amplitude de movimento (exceto LP, que ficou limitado à flexão de 90° dos joelhos).

Apesar de estudos sugerirem a necessidade de no mínimo três sessões de familiarização em protocolos de testes de 1RM²⁴, tem sido demonstrado que com alunos praticantes de musculação um dia de testagem é suficiente para garantir a confiabilidade dos resultados²⁵. Além disso, embora sendo ideal que os testes de carga máxima dos três exercícios fossem realizados em dias diferentes, testes de 1RM foram realizados também na mesma sessão em outros estudos^{25,26}, sem prejuízo relatado em suas conclusões.

No presente estudo, o desempenho nos testes de 1RM deve ser interpretado, ainda que não diretamente, como expressão da FM (kg).

Análise Estatística

A normalidade da distribuição das variáveis antropométricas e da FM foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. O tratamento estatístico foi realizado a partir do programa SPSS 17.0, adotando um nível de significância de 5%.

Construção dos modelos alométricos

A possibilidade do uso de ajustes alométricos pela falta de linearidade da relação entre FM e MC foi verificada a partir do cálculo da Circunstância Excepcional de Tanner (CET) (equação 1), que é considerada verdadeira

quando a divisão entre os coeficientes de variação (cv) das variáveis for igual ao coeficiente de correlação de Pearson (r) estabelecido entre elas¹⁰.

$$cvMC / cvFM = r \quad (\text{equação 1})$$

Regressões log-lineares foram estabelecidas para cada situação específica (equação 2), a partir dos logaritmos naturais (ln) dos valores de MC e FM (carga de 1RM, em kg) de cada situação, sendo que todos os expoentes alométricos (b) foram determinados dentro de um intervalo de confiança (IC) de 95%.

$$\ln FM = (\ln a) + (b * \ln MC) \quad (\text{equação 2})$$

Diagnóstico das regressões

Para avaliar a qualidade dos ajustes alométricos, critérios de diagnóstico das regressões foram utilizados para julgar a adequação dos modelos. Esse conjunto de critérios foi introduzido por Batterham e George¹⁶, seguido por Vanderburgh e Doman¹⁷, Cleather¹⁸, Pua²⁷ e Zoeller et al.¹⁹, entre outros, e consistem na avaliação da normalidade dos resíduos, homoscedasticidade e correlação entre a FM corrigida (pós ajuste) e a MC.

Comparação do ranqueamento

Cada método gerou um ranqueamento quanto ao desempenho dos indivíduos, classificando-os decrescentemente do mais forte ao mais fraco. O ranqueamento de referência, construído a partir dos valores absolutos de força (1RM), serviu de base para manter a ordenação dos indivíduos e comparar a mudança na classificação (mudança de posto de um mesmo indivíduo em diferentes ranqueamentos) e, por conseguinte, a diferença entre os métodos. As diferenças foram verificadas utilizando-se o teste Kruskal-Wallis e a inspeção visual dos ranqueamentos, essa última tendo como critério que a alteração de apenas um posto caracterizaria diferença. A classificação dos indivíduos nos diferentes métodos (ranqueamento) foi realizada por meio do cálculo do índice de força individual, ilustrado na figura 1.



Figura 1. Exemplo do cálculo do índice de força de um indivíduo no exercício leg press.

RESULTADOS

As variáveis descritoras da amostra e o resultado da CET são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1. Caracterização da amostra e avaliação da Circunstância Excepcional de Tanner.

	HOMENS (n=11)		MULHERES (n=11)			
	média	dp	média	dp		
Idade (anos)	22,09	3,24	22,82	2,99		
Massa corporal (kg)	69,91	8,14	55,92	5,94		
Estatura (m)	1,75	0,09	1,65	0,09		
Supino Reto (kg)	78,44	19,71	31,67	8,64		
Leg Press 45° (kg)	272,28	38,77	184,73	36,56		
Rosca Direta (kg)	40,34	8,98	18,73	2,37		
Avaliação da CET						
	cvMC/cvFM	"r"	CET	cvMC/cvFM	"r"	CET
Supino Reto	0,46	0,43	não	0,39	0,48	não
Leg Press 45°	0,76	0,28	não	0,54	0,55	não
Rosca Direta	0,52	0,44	não	0,84	0,69	não

cvMC=coeficiente de variação da massa corporal; cvF=coeficiente de variação da força; r=correlação de Pearson entre MC e F; CET=circunstância excepcional de Tanner; dp = desvio padrão.

Construção dos modelos alométricos

Conforme apresentado no quadro 1, a CET não foi observada em nenhum dos exercícios, garantindo a falta de linearidade na relação entre FM e MC e permitindo o uso da alometria como método de ajuste.

Atkins²¹, estudando alometria em jogadores de Rugby, também utilizou a CET para justificar o uso de equações não-lineares para explicar a relação entre MC e força de preensão manual.

As equações derivadas do ajuste alométrico do desempenho de 1RM de homens e mulheres separadamente, nos diferentes ER, bem como os expoentes específicos extraídos, estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Regressões log-lineares de cada situação específica.

Exer	S	Regressão Log-Linear	EPE	R ² (R ² ajust)	"b"	IC
SR	H	$\ln Y = (0,7305 \ln X) + 1,2331$	0,26	0,101(0,001)	0,73	-0,91 – 2,37
LP	H	$\ln Y = (0,3518 \ln X) + 4,099$	0,14	0,078(-0,054)	0,35	-0,73 – 1,43
RD	H	$\ln Y = (0,7105 \ln X) + 0,6613$	0,22	0,137(0,041)	0,71	-0,63 – 2,05
SR	M	$\ln Y = (1,2208 \ln X) - 1,4851$	0,24	0,241(0,157)	1,22	-0,41 – 2,85
LP	M	$\ln Y = (1,0220 \ln X) + 1,0944$	0,17	0,324(0,249)	1,02	-0,09 – 2,14
RD	M	$\ln Y = (0,8544 \ln X) - 0,5109$	0,09	0,510(0,455)	0,85	0,22 – 1,49

S = sexo; Exer = exercícios; H = homens; M = mulheres; SR = supino reto; LP = leg press 45°; RD = rosca direta; ln = logaritmo natural; IC = Intervalo de confiança (95%); EPE = erro padrão de estimativa.

Diagnóstico das regressões

Com relação à normalidade de distribuição dos resíduos, apenas no exercício Supino (homens), os resíduos não apresentaram comportamento

Gaussiano. Em todas as outras regressões a normalidade das distribuições foi observada (tabela 2).

Quanto à homoscedasticidade, todas as regressões forneceram bom ajuste, pois em nenhuma delas foram observados valores significativos de correlação entre os resíduos e o lnMC, descartando a possibilidade de um comportamento sistemático linear. Adicionalmente, a inspeção visual dos gráficos de resíduos mostrou que também não há um comportamento sistemático não-linear, que pudesse ser definido, por exemplo, por uma função polinomial (tabela 2).

Com relação ao último e principal critério, relacionado à habilidade dos ajustes alométricos em proporcionar índices de força independentes da MC, todas as regressões log-lineares proporcionaram modelos satisfatórios, já que não foi observada correlação linear significativa entre a força alometricamente corrigida e a MC (tabela 2).

Tabela 2. Diagnóstico das regressões.

Exercício	Sexo	Normalidade dos resíduos	Homoscedasticidade		"r" Pearson (1RMcorr/MC)	Julg. Mod.
			r	I.V.R		
SR	H	0,845(p=0,06)	0,132(p=0,70)	C.A.	0,071(p=0,83)	Adequado
LP	H	0,866(p=0,11)	0,040(p=0,91)	C.A.	0,010(p=0,98)	Adequado
RD	H	0,894(p=0,16)	-0,001(p=0,99)	C.A.	0,062(p=0,86)	Adequado
SR	M	0,971(p=0,89)	0,002(p=0,99)	C.A.	0,040(p=0,91)	Adequado
LP	M	0,932(p=0,43)	0,013(p=0,97)	C.A.	0,020(p=0,95)	Adequado
RD	M	0,914(p=0,27)	0,017(p=0,96)	C.A.	-0,024(p=0,94)	Adequado

Julg. Mod. = julgamento da adequação do ajuste alométrico; I.V.R = inspeção visual dos resíduos; SR = supino reto; LP = *leg press* 45°; RD= Rosca Direta; C.A. = comportamento aleatório; H = homens; M = mulheres; r = correlação de Pearson; MC = massa corporal; 1RMcorr = força alometricamente corrigida.

Comparação do ranqueamento

A análise estatística falhou em identificar diferenças entre os ranqueamentos em cada situação, apesar de mudanças visíveis nos postos, colocando em dúvida a sensibilidade do teste utilizado para comparações desse tipo. Dessa forma, a análise passou a ser feita por inspeção visual, tendo como critério que a alteração de apenas um posto caracterizaria diferença.

O quadro 3 apresenta o ranqueamento nos três ER, sendo os postos estabelecidos a partir da força absoluta, da força ajustada alometricamente pelo expoente específico, pelo expoente teórico (0,67) e pela *ratio standard*. Nas duas últimas colunas de cada tabela, são apresentadas as mudanças em cada posto, sendo que a primeira indica a diferença encontrada entre o expoente específico em relação ao teórico, e a segunda a diferença entre o específico e a *ratio standard*. Essas diferenças foram descritas de maneira absoluta, sendo que valores iguais a zero indicam nenhuma mudança nos postos e valores positivos e negativos indicam a quantidade de postos ascendentes e descendentes em relação ao ranqueamento de referência (expoente alométrico específico).

Quadro 2. Diferenças no ranqueamento da força corrigida pelo expoente específico, pelo expoente teórico (0,67) e pela *ratio standard*, em cada exercício.

Supino - Homens						Supino - Mulheres				
R1 Fabs	R2 0,73	R3 0,67	R4 1(ratio)	DifA	DifB	R2 1,22	R3 0,67	R4 1(ratio)	DifA	DifB
1º	1º	1º	1º	0	0	2º	1º	2º	1	0
2º	2º	2º	3º	0	-1	3º	3º	3º	0	0
3º	5º	5º	5º	0	0	1º	2º	1º	-1	0
4º	3º	3º	2º	0	1	4º	4º	4º	0	0
5º	4º	4º	4º	0	0	5º	5º	5º	0	0
6º	8º	8º	9º	0	-1	6º	6º	6º	0	0
7º	7º	7º	7º	0	0	7º	7º	7º	0	0
8º	9º	9º	8º	0	1	8º	8º	8º	0	0
9º	6º	6º	6º	0	0	10º	9º	10º	1	0
10º	10º	10º	10º	0	0	11º	11º	11º	0	0
11º	11º	11º	11º	0	0	9º	10º	9º	-1	0
Leg Press 45º - Homens						Leg Press 45º - Mulheres				
R1 Fabs	R2 0,35	R3 0,67	R4 1(ratio)	DifA	DifB	R2 1,02	R3 0,67	R4 1(ratio)	DifA	DifB
1º	1º	1º	1º	0	0	3º	4º	3º	-1	0
2º	2º	4º	4º	-2	-2	4º	5º	4º	-1	0
3º	4º	3º	3º	1	1	2º	2º	2º	0	0
4º	3º	2º	2º	1	1	1º	1º	1º	0	0
5º	7º	9º	9º	-2	-2	6º	9º	6º	-3	0
6º	8º	7º	8º	1	0	8º	10º	8º	-2	0
7º	6º	6º	6º	0	0	9º	8º	9º	1	0
8º	5º	5º	5º	0	0	5º	3º	5º	2	0
9º	9º	8º	7º	1	2	11º	11º	11º	0	0
10º	-	-	-	-	-	10º	7º	10º	3	0
11º	-	-	-	-	-	7º	6º	7º	1	0
Rosca Direta - Homens						Rosca Direta - Mulheres				
R1 Fabs	R2 0,71	R3 0,67	R4 1(ratio)	DifA	DifB	R2 0,85	R3 0,67	R4 1(ratio)	DifA	DifB
1º	2º	2º	3º	0	-1	2º	2º	3º	0	-1
2º	1º	1º	1º	0	0	3º	3º	4º	0	-1
3º	4º	4º	5º	0	-1	1º	1º	1º	0	0
4º	3º	3º	2º	0	1	5º	5º	5º	0	0
5º	5º	5º	6º	0	-1	7º	7º	8º	0	-1
6º	7º	7º	8º	0	-1	10º	9º	11º	1	-1
7º	6º	6º	4º	0	2	4º	4º	2º	0	2
8º	8º	8º	7º	0	1	6º	6º	6º	0	0
9º	9º	9º	9º	0	0	9º	8º	9º	1	0
10º	11º	11º	11º	0	0	8º	10º	7º	-2	1
11º	10º	10º	10º	0	0	11º	11º	10º	0	1

R1Fabs=ranqueamento força absoluta; R2=ranqueamento expoente específico. R3=ranqueamento expoente teórico; R4=ranqueamento *ratio standard*; DifA = diferença de postos (R2 – R3); DifB = diferença de postos (R2 – R4).

DISCUSSÃO

O presente estudo se propôs a comparar a classificação de praticantes de exercícios resistidos quanto ao desempenho em testes de 1RM, a partir de

diferentes métodos de ajuste pela MC.

O expoente alométrico teórico (0,67), baseado na similaridade geométrica, foi utilizado pelo fato de ser recomendado para uso geral em ajustes alométricos da força, especialmente, na impossibilidade de se extrair um expoente específico^{4,5,21,28}. Além disso, a utilização de um outro expoente comum para todos os exercícios não foi possível, tendo em vista que a maioria dos estudos encontrados na literatura apontou expoentes divergentes, o que dificultou a escolha de algum que representasse um referencial seguro.

A *ratio standard* foi utilizada, ainda que a base teórica relacionada à inadequação de seu uso seja indiscutível, como uma forma de verificar se os expoentes encontrados no presente estudo, especialmente os mais próximos da unidade, são capazes de proporcionar, na prática, diferença significativa nos ranqueamentos em relação ao expoente de valor 1 (um).

Com relação às diferenças nos ranqueamentos gerados pelos expoentes específicos e pela *ratio standard*, o quadro 3 apresenta, como era esperado, que nenhuma diferença pôde ser evidenciada nos exercícios em que foram extraídos expoentes maiores que a unidade (Supino e *Leg Press* femininos). Além disso, pode ser percebido que uma diferença de 0,15 pontos entre o expoente específico do exercício Rosca Direta feminino e a *ratio standard* (1 - 0,85) foi capaz de ranquear de maneira diferente os indivíduos.

Assim, para a amostra em questão, parece existir uma faixa de valores em que as diferenças nos expoentes não refletem ranqueamentos diferentes (abaixo de 0,07 pontos) e uma faixa em que os ranqueamentos podem ser essencialmente diferentes (acima de 0,14 pontos). Talvez, isso esteja relacionado ao coeficiente de variação dos valores de força da amostra em cada situação, onde as diferenças de um indivíduo para o outro sejam grandes o suficiente para que diferenças mínimas nos expoentes não permitam ranqueamentos diferentes. A existência dessas faixas sensíveis a diferenças pode questionar o uso do cálculo de médias como uma técnica válida para determinação de expoentes comuns, assim como fizeram Folland et al.¹³, em sua investigação a respeito de ajustes alométricos de força isométrica e torque.

Cabe ressaltar, ainda que não seja o enfoque do presente trabalho, que nenhum dos métodos gerou ranqueamento da força corrigida igual ao ranqueamento definido pela força absoluta (quadro 3), o que fortalece a ideia de que o desempenho em valores absolutos deve ser visto com cautela na comparação de grupos.

Vanderburgh et al.²⁹, comparando a força de homens e mulheres a partir de análise de covariância tradicional, também observaram diferenças nos ajustes fornecidos pelo expoente específico e pela *ratio standard*. A partir do cálculo dos valores médios das forças corrigidas por ambos os métodos, concluíram que o uso da *ratio standard* superestima a força das mulheres em relação ao uso do expoente alométrico específico, apresentando diferenças teoricamente menos aceitáveis.

Markovic e Jaric²⁸ utilizaram teste “t” de amostra única para verificar diferenças entre o expoente 0,67 e os expoentes por eles encontrados em seis tipos de exercícios dinâmicos (entre eles supino, agachamento e rosca

direta). Os autores concluíram que o expoente teórico poderia ser utilizado para corrigir a força em todos esses exercícios, pela falta de significância estatística apresentada no teste “t” ($p > 0,05$). Salienta-se que isso foi assumido, mesmo que um expoente de 0,27 tenha sido observado para a força de prensão manual, o que pode levantar alguma suspeita quanto à sensibilidade do teste e a validade desse tipo de metodologia.

Markovic e Sekulic³⁰, comparando modelagem alométrica entre atletas de levantamento básico (*powerlifters*) e levantamento olímpico (*weightlifters*), também se propuseram a identificar se os expoentes observados por eles em cada modalidade, em homens e mulheres, não apresentavam diferença significativa em relação ao expoente 0,67. Os autores utilizaram como método a observação dos expoentes contidos dentro do intervalo de confiança (IC), por eles estabelecido (95%) no momento da construção das regressões log-lineares. Assim, quando o expoente 0,67 estava contido dentro desse IC, não era considerado diferente dos expoentes específicos derivados no referido estudo.

No presente estudo, a utilização da metodologia adotada por Markovic e Seculic³⁰ não foi possível, uma vez que os baixos valores de coeficiente de determinação (R^2) das regressões log-lineares geraram intervalos de confiança muito grandes, englobando valores de expoentes negativos a positivos (tabela 1).

Devido à inexistência de trabalhos científicos que tenham realizado este tipo de análise por inspeção visual do ranqueamento, a comparação dos resultados do presente estudo fica prejudicada. Todavia, por se tratar de uma análise que não depende de testes de probabilidade estatística e que pode ser facilmente replicada em futuros estudos, seu mérito pode ser julgado pela interpretação dos resultados em si mesmos. Adicionalmente, esse tipo de abordagem permite questionar a validade da adoção indiscriminada do expoente 0,67 no ajuste da força muscular pela MC, como proposto por alguns autores^{4,5,21,28}.

Embora comparações tão apuradas da força sejam aparentemente mais importantes em campeonatos de levantamento de peso, nos quais a mudança de um só posto pode resultar em premiação, o estudo do ranqueamento de não-atletas a partir de diferentes expoentes pode auxiliar na construção de um modelo mais preciso de ajuste alométrico para prescrição de ER voltados à saúde. Ou seja, a comparação de ranqueamentos permitiria um ajuste fino para saber, na prática, o quanto as diferenças absolutas dos expoentes podem ser refletidas na discriminação dos grupos quanto à força (faixas sensíveis à diferença), permitindo dentro de uma gama restrita de expoentes, a adoção de um que fosse padrão.

Uma das principais limitações do estudo é o reduzido tamanho da amostra. No entanto, este fato não parece ter influenciado os resultados, uma vez que foi possível comparar os métodos observando, inclusive, diferenças entre eles. Além disso, não foi proposta do trabalho a extrapolação de resultados e sim fortalecimento da discussão a respeito da necessidade do uso adequado de estratégias de ajustes da força pela massa corporal.

CONCLUSÃO

No que diz respeito à diferença entre os ranqueamentos proporcionados pelos expoentes específicos, pelo teórico (0,67) e pela *ratio standard*, foi observado que na maioria das situações houve alterações não correspondentes nos postos, uma vez que os três métodos quase sempre discriminavam de maneira diferente os indivíduos em relação à força de 1RM. Além disso, nenhum ranqueamento de força corrigida foi igual ao ranqueamento pela força absoluta (1RM).

Os resultados sugerem que há uma faixa de valores em que as diferenças nos expoentes não refletem ranqueamentos diferentes (abaixo de 0,07 pontos) e uma faixa em que os ranqueamentos podem ser essencialmente diferentes (acima de 0,14 pontos). Isso pode ser importante na seleção em longo prazo de expoentes alométricos que sejam universalmente aceitos, tendo em vista a variação dos valores apresentados em diferentes estudos. A padronização de expoentes pode permitir o uso da alometria como ferramenta adicional na prescrição e controle de exercícios resistidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cronin JB, Hansen KT. Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res* 2005;19(2):349-357.
2. Nobori H, Maruyama H. Invention and making of “Power Measure”, a simple instrument to measure muscular strength – validation of the measurement values. *J Phys Ther Sci* 2007;19:9-13.
3. Nevill AM, Ramsbottom R, Williams C. Scaling physiological measurements for individuals of different body size. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992;65(2):110-117.
4. Vanderburgh PM. A simple index to adjust maximal strength measures by body mass. *JEPonline* 1999;2(4):7-12.
5. Jaric, S. Muscle strength testing: Use of normalization for body size. *Sports Med* 2002; 32(10):615-631.
6. Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Carlock J, Cardinale M, Newton RU. Relationship of Maximum Strength to Weightlifting Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(6):1037-43.
7. Külkamp W; Dias JA, Wentz MD. Percentuais de 1RM e alometria na prescrição de exercícios resistidos. *Motriz* 2009;15(4):976-86.
8. Thé DJ, Ploutz-Snyder L. Age, Body Mass, and Gender as Predictors of Masters Olympic Weightlifting Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(7):1216-1224.
9. Fontoura AS, Schneider P, Meyer F. O efeito do destreinamento de força muscular em meninos pré-púberes. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(4):281-4.
10. Tanner JM. Fallacy of per-weight and per-surface area standards and their relation to spurious correlation. *J Appl Physiol* 1949;2:1-15.
11. Hill AV. The Abrupt Transition from Rest to Activity in Muscle. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 1949;136:399-420.
12. Maughan RJ, Watson JS, Weir J. Muscle strength and cross-sectional area in man: a comparison of strength-trained and untrained subjects. *Brit J Sports Med* 1984;18(3):149-157.
13. Folland JP, Mc Cauley TM, Williams AG. Allometric scaling of strength measurements to body size. *Eur J Appl Physiol* 2008;102(6):739-45.
14. Akagi R, Takai, Y, Ohta M, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Muscle volume compared to cross-sectional area is more appropriate for evaluating muscle strength in young and elderly individuals. *Age Ageing* 2009;38(5):564-9.

15. García-manso JM, Martín-gonzález JM. Leis de potência ou escala: sua aplicação ao fenômeno esportivo. *Fit Perf J* 2008;7(3):195-202.
16. Batterham AM, George KP. Allometric modeling does not determine a dimensionless power function ratio for maximal muscular function. *J Appl Physiol* 1997;83(6):2158-66.
17. Vanderburgh PM, Dooman C. Considering body mass differences, who are the world's strongest women? *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(1):197-201.
18. Cleather DJ. Adjusting powerlifting performances for differences in body mass. *J Strength Cond Res* 2006;20(2):412-21.
19. Zoeller RF, Ryan ED, Gordish-Dressman H, Price TB, Seip RL, Angelopoulos TJ, et al. Allometric scaling of isometric biceps strength in adult females and the effect of body mass index. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:701-10.
20. Crewther BT, McGuigan MR, Gill ND. The ratio and allometric scaling of speed, power, and strength in elite male rugby union players. *J Strength Cond Res* 2011;25(7):1968-75.
21. Atkins SJ. Normalizing expressions of strength in elite rugby league players. *J Strength Cond Res* 2004;18(1):53-8.
22. Jaric S, Mirkov D, Markovic G. Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *J Strength Cond Res* 2005;19(2):467-74.
23. Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. Are adult physiques geometrically similar? The dangers of allometric scaling using body mass power laws. *Am J Phys Anthropol* 2004;124(2):177-82.
24. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11(1):34-8.
25. Silva-Junior AM, Lima MLF, Ribeiro LG, Dantas EHM. Verificação das possíveis diferenças entre diferentes dias do teste de 1RM. *Fit Perf J* 2007;6(4):232-6.
26. Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res* 2006;20(4):819-23.
27. Pua Y. Allometric Analysis of Physical Performance Measures in Older Adults. *Phys Ther* 2006;86(9):1263-70.
28. Markovic G, Jaric S. Movement performance and body size: the relationship for different groups of tests. *Eur J Appl Physiol* 2004;9:139-49.
29. Vanderburgh PM, Sharp M; Nindl B. Nonparallel slopes using analysis of covariance for body size adjustment may reflect inappropriate modeling. *Meas Phys Ed Exerc Sci* 1998;2:127-35.
30. Markovic G, Sekulic D. Modeling the influence of body size on weightlifting and powerlifting performance. *Coll Antropol* 2006;30(3):607-13.

Endereço para correspondência

Wladimir Küllkamp
 Departamento de Educação Física -
 CEFID/UDESC
 Rua Pascoal Simone, 358,
 Bairro Coqueiros.
 CEP 88080-350 – Florianópolis, SC.
 Brasil.
 E-mail: wkulkamp@gmail.com