



Variação da força muscular em testes repetitivos de 1-RM em crianças pré-púberes*

André Luiz Demantova Gurjão, Edilson Serpeloni Cyrino, Lúcio Flávio Soares Caldeira, Fábio Yuzo Nakamura, Arli Ramos de Oliveira, Emanuel Pérciles Salvador e Raphael Mendes Ritti Dias

RESUMO

Embora testes de uma repetição máxima (1-RM) sejam amplamente utilizados para a avaliação da força muscular, a falta de familiarização prévia aos procedimentos de testagem pode gerar interpretações equivocadas. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o comportamento da força muscular em crianças pré-púberes durante testes repetitivos de 1-RM. Para tanto, nove meninos ($9,5 \pm 0,5$ anos; $35,1 \pm 6,9$ kg; $138,3 \pm 6,1$ cm), sem experiência prévia em exercícios com pesos, foram submetidos a oito sessões de testes de 1-RM nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps, com intervalo de 48 horas entre cada sessão. Três tentativas, intervaladas por 3-5 minutos de descanso, foram executadas pelos sujeitos em cada um dos exercícios escolhidos. Aumentos significativos de 30,2% e 22,7% foram observados entre a primeira e a oitava sessão de testes nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps, respectivamente ($P < 0,05$). Entretanto nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre a terceira e a oitava sessão de testes na mesa extensora e entre a quinta e a oitava sessão na rosca direta de bíceps ($P > 0,05$). Esses resultados indicam que o número necessário de sessões para a estabilização da força muscular em testes de 1-RM parece ser dependente da tarefa motora executada e, possivelmente, do tamanho do grupamento muscular agonista envolvido na execução da tarefa motora. Portanto, os resultados sugerem que para uma avaliação mais precisa da força muscular de meninos pré-púberes, por meio de testes de 1-RM, são necessárias de três a cinco sessões de familiarização.

ABSTRACT

Variation of the muscular strength in repetitive 1-RM test in prepubescent children

Although one-repetition maximum tests (1-RM) are widely employed to evaluate the muscular power, the lack of previous familiarization with the test procedures may cause erroneous interpretations. Thus, the purpose of this study was to analyze the behavior of the muscular strength in prepubescent children during 1-RM repetitive tests. For this, nine boys (9.5 ± 0.5 years; 35.1 ± 6.9 kg; 138.3 ± 6.1 cm) with no previous experience in weight exercises

* Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Estadual de Londrina.

Recebido em 31/12/04. Versão final recebida em 26/5/05. Aceito em 20/6/05.

Endereço para correspondência: Edilson Serpeloni Cyrino, Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Campus Universitário – 86051-990 – Londrina, PR, Brasil. E-mail: emcyrino@uel.br

Palavras-chave: Força muscular. Exercícios com pesos. Adaptações neurais. Testes de 1-RM. Reprodutibilidade. Pré-púberes.

Keywords: Muscular strength. Weight exercises. Neural adaptations. 1-RM tests. Reliability. Prepubescent.

Palabras-clave: Fuerza muscular. Ejercicios con los pesos. Acciones de adaptaciones. Pruebas de 1-RM. Reproductibilidad. Pre-puberes.

were submitted to eight sessions of 1-RM tests in the leg extension and arm curl exercises, and with a 48 hours interval between sessions. Three trials with 3-5 minutes of resting interval were performed by subjects in each of the chosen exercises. It was observed significant increases of 30.2% and 22.7% between the first and eighth session in the leg extension and arm curl exercise tests, respectively ($P < 0.05$). However, no statistically significant difference was found between the third and eighth session in the leg extension exercise, and between the fifth and the eighth session in the arm curl exercise ($P < 0.05$). These results indicate that the number of sessions necessary to stabilize the muscular strength in 1-RM tests seems to depend upon the motor task performed, and possibly upon the size of the agonist muscular group involved in performing the motor task. Therefore, the results suggest that to attain a more accurate evaluation on the muscular strength in prepubescent boys by means of 1-RM tests, it is necessary to perform three to five familiarization sessions.

RESUMEN

Variación de la fuerza en tests repetitivos de 1-RM en pre-púberes

Aunque los tests de repetición máxima (1-RM) sean ampliamente utilizados para la evaluación de la fuerza muscular, pero la falta de familiarización anterior con los procedimientos del testeo puede generar interpretaciones equivocadas. Así, el objetivo de este estudio fue analizar la conducta de la fuerza muscular en los niños pré-púberes durante las pruebas repetitivas de 1-RM. Por lo tanto nueve muchachos ($9,5 \pm 0,5$ años; $35,1 \pm 6,9$ kg; $138,3 \pm 6,1$ cm), sin experiencia previa en los ejercicios con los pesos, fueron sometidos a ocho sesiones de pruebas de 1-RM en los ejercicios de extensión de piernas en máquina y curl con barra en pie, con el intervalo de 48 horas entre cada sesión. Tres esfuerzos, intervalados durante 3-5 minutos de descanso, fueron ejecutados por los chicos en cada uno de los ejercicios escogidos. Se observaron aumentos significativos de 30,2% y 22,7% entre la primera y la octava sesión de pruebas en los ejercicios de la extensión de piernas en máquina y curl con barra en pie, respectivamente ($P < 0,05$). Sin embargo ninguna diferencia estadísticamente significativa se encontró entre la tercera y la octava sesión de pruebas en la extensión de piernas en máquina y entre quinta y la octava sesión en el curl con barra en pie ($P > 0,05$). Esos resultados indican que el número necesario de sesiones para la estabilización de la fuerza muscular en las pruebas de 1-RM parece ser dependiente de la

tarea de cada tipo ejecutado y, posiblemente, del tamaño del agrupamiento de los agonistas musculares involucraron en la ejecución de la tarea del motivo. Por consiguiente, lo que resulta nos hace pensar en que para una evaluación más necesaria de la fuerza muscular de los muchachos pré-púberes, a través de las pruebas de 1-RM, son necesarias de tres a cinco sesiones del familiarization.

INTRODUÇÃO

O teste de uma repetição máxima (1-RM) tem sido amplamente utilizado como padrão de referência para a avaliação da força muscular em diferentes populações, uma vez que com base nos resultados obtidos é possível analisar o comportamento da força muscular em diferentes grupamentos musculares, avaliar a efetividade ou não de programas regulares de atividades físicas para o aumento da força muscular ou, ainda, prescrever a intensidade a ser aplicada em exercícios com pesos.

As principais vantagens da utilização de testes de 1-RM estão relacionadas à facilidade para interpretação das informações produzidas, ao baixo custo operacional e à possibilidade de aplicação em populações com níveis de treinabilidade bastante diferenciados. Apesar disso, muitos pesquisadores ainda são resistentes à utilização de testes de 1-RM para a avaliação dos níveis de força muscular em algumas populações, sobretudo em crianças e adolescentes, dando preferência à aplicação de testes submáximos de 3, 8 ou 10-RM. Dessa forma, a capacidade de produção de força máxima de crianças pré-púberes não tem sido avaliada em grande parte dos estudos disponíveis na literatura, uma vez que a execução de um maior número de repetições está muito mais atrelada à resistência de força do que à força máxima⁽¹⁾.

A decisão pela utilização de testes de múltiplas repetições, em detrimento dos testes de 1-RM, para a avaliação da força muscular, em crianças e adolescentes, é apoiada pela falta de um número maior de informações sobre a existência ou não de lesões ou danos estruturais no sistema músculo-esquelético (cartilagem de crescimento e epífises ósseas) associadas à execução de testes de 1-RM nessas populações, especificamente.

Nesse sentido, Faigenbaum *et al.*⁽²⁾ recentemente demonstraram a segurança e a eficácia da utilização de testes de 1-RM para a avaliação da força muscular de crianças saudáveis de 6 a 12 anos, relatando a inexistência de lesões durante o período de estudo, bem como, sinalizando que o protocolo de testagem foi bem tolerado por todos os sujeitos investigados.

Por outro lado, alguns fatores podem interferir sensivelmente na qualidade das informações obtidas em testes de 1-RM, o que tem gerado calorosas discussões, particularmente no meio acadêmico, sobre a confiabilidade das informações produzidas a partir da utilização desse tipo de teste. A falta de familiarização prévia com os procedimentos de testagem talvez seja o principal desses fatores, uma vez que pesquisas recentes com adultos jovens e idosos têm indicado que tanto sujeitos sem experiência quanto aqueles com experiência prévia em exercícios com pesos⁽³⁾, todavia não-treinados especificamente há pelo menos seis meses^(4,5), podem ter sua força muscular subestimada em testes de 1-RM executados sem familiarização prévia. Esse fato pode comprometer sensivelmente a avaliação da força muscular e a prescrição da sobrecarga de treinamento, principalmente em programas de exercícios com pesos que adotam como referencial de intensidade cargas estabelecidas a partir de valores de 1-RM.

Com base em pesquisa realizada nas principais bases de dados disponíveis na literatura em maio de 2005, nenhum estudo sobre o processo de familiarização em testes de 1-RM em crianças e adolescentes foi encontrado. Portanto, o objetivo deste estudo foi inicialmente analisar o comportamento da força muscular em crianças pré-púberes durante testes repetitivos de 1-RM e, em seguida, estabelecer a quantidade de sessões necessárias para a

familiarização com esse tipo de teste em exercícios com pesos para diferentes segmentos corporais, visando uma avaliação mais precisa da força muscular nessa população especificamente.

METODOLOGIA

Sujeitos

Inicialmente 15 meninos foram selecionados para participar deste estudo, após uma ampla divulgação realizada no Colégio de Aplicação da Universidade Estadual de Londrina. Todos os sujeitos foram classificados como pré-púberes, segundo os critérios propostos por Tanner⁽⁶⁾. Desses, apenas nove meninos compareceram efetivamente a todas as sessões de testagens, sendo assim incluídos em todas as análises.

Nenhum dos sujeitos relatou experiência prévia em exercícios com pesos, nem mesmo participação em programas sistematizados de atividade física regular com periodicidade superior a duas sessões semanais nos seis meses que antecederam o início desta investigação.

Previamente ao início do estudo, todas as crianças, bem como seus respectivos responsáveis, foram esclarecidos sobre o propósito da investigação e os procedimentos a serem adotados. A seguir, os responsáveis pelas crianças assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi desenvolvido em conformidade com as instruções contidas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde para estudos com seres humanos, do Ministério da Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina.

Antropometria

A massa corporal foi obtida em uma balança digital, da marca *Filizola*, com precisão de 0,1kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira, com precisão de 0,1cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon *et al.*⁽⁷⁾.

A composição corporal foi determinada pela técnica de espessura de dobras cutâneas. Para tanto, as espessuras das dobras cutâneas tricipital e subescapular foram medidas por um único avaliador com um adipômetro científico da marca *Lange* (Cambridge Scientific Industries, Inc., Cambridge, Maryland). O coeficiente teste-reteste excedeu 0,95 para cada um dos pontos anatómicos com erro de medida $\leq 5\%$. Todas as medidas foram tomadas de forma rotacional e replicadas três vezes, sendo registrado o valor médio. Com base nos valores das espessuras de dobras cutâneas, a gordura corporal relativa foi estimada por meio das equações propostas por Slaughter *et al.*⁽⁸⁾.

Avaliação da força muscular

Pelo fato de os participantes não possuírem experiência prévia em exercícios com pesos, foi adotado um processo de familiarização prévia aos gestos técnicos exigidos nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps. Para tanto foram realizadas quatro sessões, cada qual composta por três séries de 10-12 repetições, sem sobrecarga, em cada um desses exercícios. O intervalo de recuperação entre as séries e entre exercícios foi de aproximadamente 90 segundos, enquanto o intervalo entre cada sessão foi de 48 horas.

Após esse período, todos os sujeitos foram submetidos a oito sessões de testes de 1-RM, nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps, com intervalo de 48 horas entre cada sessão. Três tentativas foram executadas em cada um desses exercícios, intervaladas por 3-5 minutos de descanso. A ordem de execução obedeceu ao tamanho do maior grupo muscular agonista envolvido, ou seja, mesa extensora e rosca direta de bíceps, respectivamente. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem frequentemente utilizados em estudos que procuraram averiguar os efeitos

do treinamento contra-resistência em crianças pré-púberes. A forma e a técnica de execução foi padronizada⁽⁹⁾ e monitorada individualmente.

Cada um dos dois exercícios foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1-RM. Após dois minutos de repouso os testes eram iniciados. Os indivíduos foram orientados para tentarem completar duas repetições. Caso as duas repetições fossem completadas na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma única repetição, uma segunda tentativa era realizada, após um intervalo de recuperação de três a cinco minutos, com uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior. Tal procedimento foi repetido novamente em uma terceira e derradeira tentativa caso ainda não se tivesse determinado uma única repetição máxima. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual cada indivíduo conseguiu completar uma única repetição máxima⁽¹⁰⁾.

Tratamento estatístico

Inicialmente os dados foram tratados a partir de procedimentos descritivos, com as informações sendo processadas no pacote computacional *Statistica*, versão 5.1. Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para as comparações entre escores obtidos nos testes de 1-RM executados em diferentes sessões de testagens, nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps. O teste *post hoc* de Scheffé foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$). O limite de concordância entre as sessões de familiarização em que ocorreu a suposta estabilização da força muscular, em cada um dos exercícios investigados, foi analisado mediante os procedimentos propostos por Bland & Altman⁽¹¹⁾.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as informações sobre idade, massa corporal, estatura, gordura corporal relativa, massa corporal magra e massa gorda dos sujeitos investigados.

TABELA 1
Características físicas dos sujeitos (n = 9)

	Média	DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	9,5	0,5	9,0	10,0
Massa corporal (kg)	35,1	6,9	24,7	47,4
Estatura (cm)	138,3	6,1	127,0	146,5
% Gordura	18,8	8,1	10,0	30,6
Massa corporal magra (kg)	28,1	3,1	22,1	32,9
Massa gorda (kg)	7,1	4,4	2,6	14,5

Os valores médios (\pm DP), bem como a amplitude (valores mínimos e máximos), dos resultados encontrados nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps durante as oito sessões de testes de 1-RM encontram-se na tabela 2. Diferenças estatisticamente significativas foram identificadas na carga levantada no exercício mesa extensora a partir da terceira sessão de testes em relação à primeira sessão ($P < 0,05$). Entretanto, os resultados alcançados na terceira sessão de testes não diferiram estatisticamente daqueles encontrados nas sessões subsequentes ($P > 0,05$).

Por outro lado, no exercício rosca direta de bíceps, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas somente a partir da quinta sessão de testes de 1-RM ($P < 0,05$). Todavia, verificou-se uma relativa estabilização das cargas levantadas entre a quinta e a oitava sessão ($P > 0,05$).

TABELA 2
Valores médios (\pm DP) de meninos pré-púberes em testes de 1-RM nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps (n = 9)

Sessões	Mesa extensora (kg)	Amplitude (kg)	Rosca direta de bíceps (kg)	Amplitude (kg)
1	23,5 \pm 4,5	16,0-31,0	13,2 \pm 2,2	11,0-18,0
2	25,7 \pm 4,8	16,0-32,5	14,0 \pm 3,0	10,0-20,0
3	27,7 \pm 4,4*	18,0-32,5	15,1 \pm 2,5	12,0-20,0
4	28,9 \pm 4,2*	20,0-34,5	15,1 \pm 2,1	12,0-19,0
5	29,7 \pm 4,2*	20,0-34,5	15,5 \pm 2,2*	12,0-19,0
6	30,4 \pm 5,4*	18,0-36,0	16,2 \pm 2,7*	13,0-22,0
7	30,6 \pm 6,0*	18,0-37,0	16,1 \pm 2,6*	13,0-22,0
8	30,4 \pm 5,8*	18,0-37,0	16,0 \pm 2,6*	13,0-22,0

* $P < 0,05$ vs. Sessão 1.

Na tabela 3 são apresentados os resultados da plotagem proposta por Bland & Altman⁽¹¹⁾. A média das diferenças e o intervalo de confiança, de acordo com os limites de concordância, mostraram-se reduzidos, em ambos os exercícios analisados, nas sessões em que ocorreu a estabilização dos valores de 1-RM, quando comparados a outros pares de tentativas.

TABELA 3
Média das diferenças (MD) e intervalo de confiança (IC), em quilogramas, nas avaliações da força máxima (1-RM) conforme a progressão entre as sessões e onde foi encontrada estabilização da carga (EC) nos dois exercícios investigados (n = 9)

Sessões	Mesa extensora		Sessões	Rosca direta de bíceps	
	MD	IC		MD	IC
1-2	-2,22	17,84	1-2	-0,78	6,12
1-3	-4,22	16,97	1-3	-1,89	5,33
1-4	-5,39	19,64	1-4	-1,89	5,68
1-5	-6,22	17,69	1-5	-2,33	5,17
1-6	-6,89	18,46	1-6	-3,00	4,78
1-7	-7,05	21,09	1-7	-2,89	6,68
1-8	-6,88	20,03	1-8	-2,78	5,56
EC			EC		
3-4	-1,17	6,38	5-6	-0,67	4,78

Nas figuras 1 e 2 são ilustradas as plotagens entre as sessões 1 e 8 para ambos os exercícios estudados (fig. 1A e fig. 2A). Além disso, de acordo com os resultados produzidos pelos testes de comparações múltiplas, são apresentadas as informações obtidas pela plotagem de Bland & Altman⁽¹¹⁾ que compreendeu as sessões de estabilização das cargas, ou seja, os testes 3 e 4 para o exercício mesa extensora (fig. 1B) e 5 e 6 para o exercício rosca direta de bíceps (fig. 2B). A análise é estabelecida pela relação entre os valores médios entre os momentos confrontados (eixo x) e a diferença individual de cada sujeito entre dois testes de 1-RM (eixo y).

DISCUSSÃO

Embora a aplicação de testes de 1-RM em crianças e adolescentes seja alvo de inúmeras discussões, a hipótese de que esse tipo de esforço possa acarretar danos estruturais no sistema músculo-esquelético ou lesões nas áreas de crescimento das epífises ósseas nessas populações ainda não encontra sustentação científica na literatura disponível até o presente momento.

Em contrapartida, alguns pesquisadores ao longo da última década têm indicado que além dos testes de 1-RM poderem ser aplicados com segurança em jovens, o esforço exigido pode ser bem tolerado, fisiologicamente, por crianças e adolescentes^(1,2). Essa informação foi confirmada neste estudo, visto que nenhum

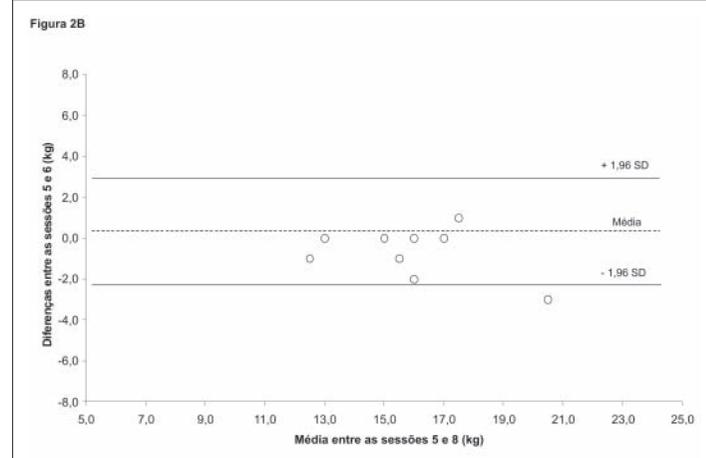
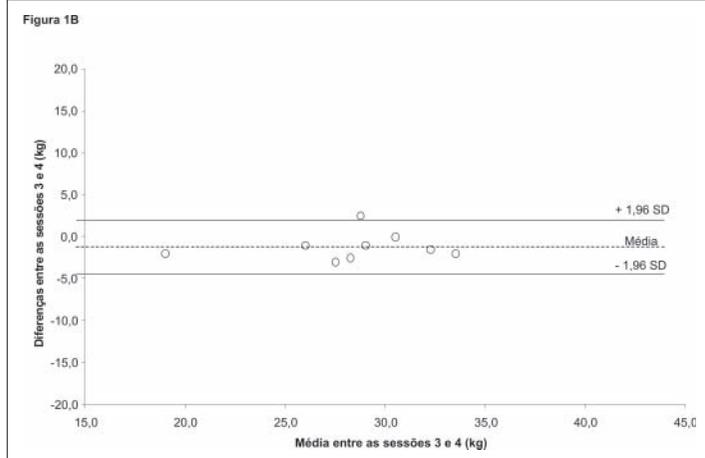
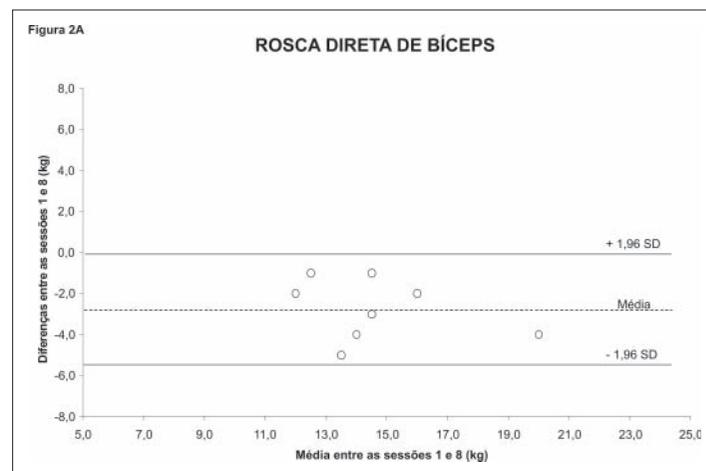
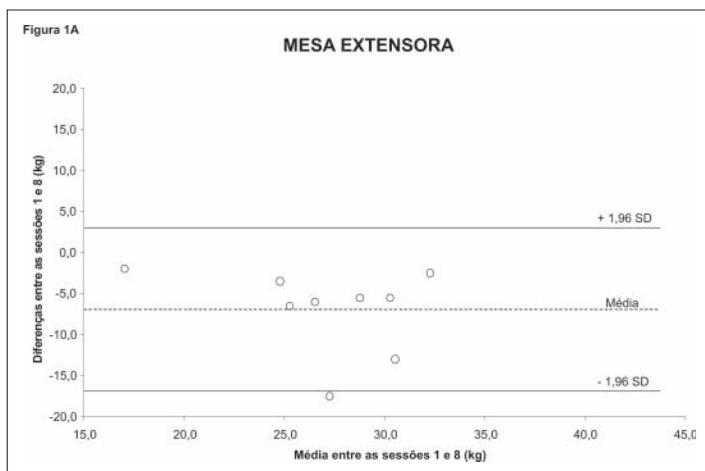


Fig. 1 – Plotagem de Bland-Altman para comparações entre as sessões de testes de 1-RM para o exercício de mesa extensora, entre as sessões de testes 1 e 8 (figura 1A) e as sessões de estabilização 3 e 4 (figura 1B).

Fig. 2 – Plotagem de Bland-Altman para comparações entre as sessões de testes de 1-RM para o exercício de rosca direta de bíceps, entre as sessões de testes 1 e 8 (figura 2A) e as sessões de estabilização 5 e 6 (figura 2B).

Nota – Na fig. 2A um ponto está sobreposto.

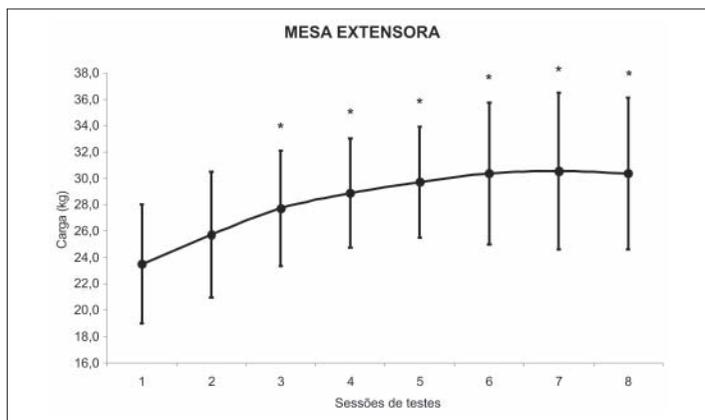


Fig. 3 – Evolução das cargas nos testes de 1-RM no exercício mesa extensora ($n = 9$)

* $P < 0,05$ vs. Sessão 1.

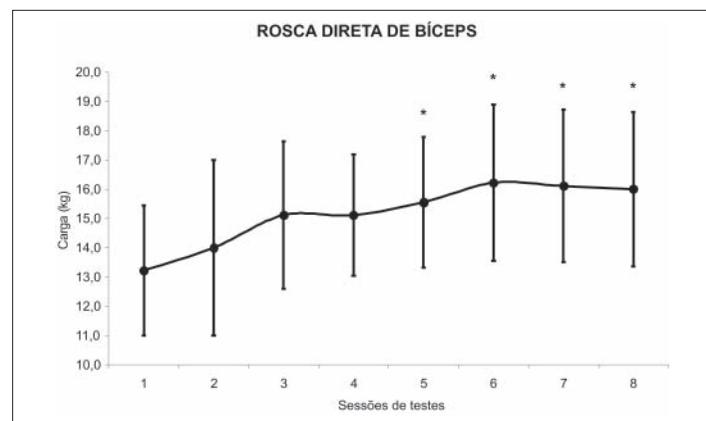


Fig. 4 – Evolução das cargas nos testes de 1-RM no exercício rosca direta de bíceps ($n = 9$)

* $P < 0,05$ vs. Sessão 1.

tipo de desconforto aparente ou lesão foi observada ou relatada pelos sujeitos investigados.

Considerando que o tempo médio para execução de 1-RM é bastante curto ($< 5s$), a demanda energética nesse tipo de esforço físico é suportada predominantemente pelo sistema dos fosfagênicos, sobretudo pelo ATP. Assim, acredita-se que os intervalos de recuperação a serem adotados entre séries múltiplas de testes de 1-RM em crianças e adolescentes devam ser relativamente os mesmos adotados para a população adulta (3-5 minutos), uma vez que as concentrações intramusculares de ATP e PCr, em repouso, são similares àquelas encontradas em adultos⁽¹²⁾.

Ao estabelecermos o delineamento experimental para esta investigação, acreditamos que seria necessário um processo de familiarização prévia aos gestos técnicos exigidos nos exercícios mesa extensora e rosca direta de bíceps pelo fato de os participantes não possuírem experiência prévia em exercícios com pesos. Todavia, não se pode desprezar a hipótese de que tal procedimento possa ter afetado de alguma maneira os resultados encontrados, embora a utilização de cargas reduzidas e um número relativamente elevado de repetições (10-12), em séries múltiplas, parece

afetar, sobretudo, a capacidade física resistência de força, ao passo que a capacidade física mais exigida em testes de 1-RM é a força máxima.

De forma semelhante ao encontrado em estudos anteriores⁽³⁻⁵⁾, realizados com adultos e/ou idosos, verificou-se neste estudo que o processo de familiarização é necessário para a determinação da força máxima mediante a aplicação de testes de 1-RM também em crianças pré-púberes.

Apesar do processo de estabilização da força muscular na mesa extensora ter sido identificado já na terceira sessão de aplicação do teste de 1-RM (figura 1), verificou-se um aumento (não significativo estatisticamente) das cargas levantadas nas sessões subsequentes, atingindo valores de pico na sétima sessão. Assim, dos 30,2% de incremento observado na força muscular (diferença entre os valores extremos) cerca de ~10% ocorreram a partir do estabelecimento de um suposto platô.

Por outro lado, a estabilização da força muscular na rosca direta de bíceps ocorreu mais tardiamente (quinta sessão de testagem). Além disso, o incremento posterior ao estabelecimento do platô foi de menor magnitude (~4,5%) quando comparado com aquele verificado na mesa extensora (figura 4).

A grande vantagem da utilização da técnica de análise proposta por Bland & Altman⁽¹¹⁾, adotada no presente estudo, é que a mesma possibilita a análise das modificações individuais, bem como a identificação dos pontos que se colocam fora dos limites de concordância ($\pm 95\%$), denominados de *outliers*. Esse fato pode ser utilizado como um dos principais critérios para o estabelecimento do número necessário de sessões de familiarização em testes de 1-RM.

Os resultados do presente estudo indicam que a quantidade necessária de sessões de familiarização a testes de 1-RM ainda merece ser melhor investigada em indivíduos de ambos os sexos, em diferentes faixas etárias e com níveis de aptidão física diferenciados, uma vez que os números encontrados neste estudo (3-5 sessões) são similares aos encontrados por Ploutz-Snyder & Giamis⁽³⁾ em mulheres jovens (3-4 sessões), contudo, bastante diferentes daqueles verificados em mulheres idosas (8-9 sessões). Segundo o relato desses pesquisadores, tanto mulheres jovens quanto mulheres idosas, sem experiência prévia em exercícios com pesos, tiveram um aumento na carga máxima levantada na ordem de 14,3kg e 13,0kg, respectivamente. Embora esses valores, em termos absolutos, sejam bastante superiores aos observados no exercício mesa extensora neste estudo (+ 4,2kg), analisando os incrementos das cargas em valores relativos, verifica-se que as crianças pré-púberes por nós investigadas tiveram aumento da ordem de 30,2%, ou seja, muito superiores aos encontrados tanto em mulheres jovens (12,5%) quanto em mulheres idosas (22,5%).

A discrepância no número de sessões necessárias para familiarização ao teste de 1-RM entre meninos pré-púberes e mulheres idosas pode ser explicada, provavelmente, pela queda no desempenho neuromuscular provocada por maior inibição pré-sináptica das unidades motoras com o avançar da idade, sobretudo após os 30-35 anos⁽³⁾. Vale destacar que a capacidade de ativação neuromuscular (recrutamento e frequência de ativação das unidades motoras) ainda não é completa em crianças pré-púberes⁽¹³⁾, o que também pode vir a afetar a velocidade do processo de familiarização ao teste de 1-RM nessa população. Infelizmente, a confirmação ou não dessas hipóteses carecem da utilização de técnicas mais sofisticadas, como a eletromiografia, técnica essa que não foi empregada no presente estudo.

Dias *et al.*⁽⁴⁾, ao investigarem o processo de familiarização ao teste de 1-RM em adultos jovens do sexo masculino, com experiência prévia em exercícios com pesos, nos exercícios de supino reto em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps, verificaram um aumento na ordem de 5,4% na rosca direta de bíceps, um valor inferior aos alcançados pelas crianças pré-púbe-

res neste estudo (+ 22,7%). Tal diferença em valores absolutos pode ser atribuída, pelo menos em parte, às diferentes faixas etárias analisadas pelos dois estudos, ao maior número de sessões de testes de 1-RM aplicadas na presente investigação (oito vs. quatro) ou, ainda, à falta de experiência com a prática de exercícios com pesos das crianças estudadas, uma vez que a contribuição dos fatores neurais para o aumento da força muscular é inversamente proporcional à experiência prévia com a tarefa motora exigida⁽¹⁴⁾.

Em um outro estudo, as modificações na produção de força muscular máxima e potência muscular ao longo de quatro sessões de testes de 1-RM, executadas a cada 7-10 dias, foram investigadas por Cronin & Henderson⁽⁵⁾ em 12 atletas recreacionais, sem experiência prévia em treinamento com pesos ($21,0 \pm 2,7$ anos). Os achados demonstraram que a força muscular no agachamento deitado na máquina aumentou durante todo o período do estudo, ao passo que a força muscular no supino em banco horizontal atingiu seu platô entre as sessões dois e três. A diferença de comportamento observada entre os exercícios para membros superiores e inferiores foi atribuída pelos pesquisadores, basicamente, à complexidade da técnica envolvida no levantamento e ao tamanho da massa muscular. Entretanto, essa hipótese não pôde ser confirmada no presente estudo, o que talvez possa ser justificado pela maior simplicidade das técnicas de levantamento utilizadas nos exercícios adotados nesta investigação (exercícios monoarticulares).

Um outro ponto que merece ser destacado é que a estabilização das cargas no presente estudo ocorreu mais rapidamente no exercício que envolvia uma maior massa muscular (quadríceps) em detrimento do de menor tamanho (bíceps). Esse tipo de comportamento se contrapõe àquele observado por Cronin & Henderson⁽⁵⁾, indicando a necessidade de novos estudos que se proponham a investigar essa relação a partir da análise de diferentes mecanismos.

Alguns pesquisadores acreditam que as adaptações neuromusculares sejam os principais mecanismos responsáveis pelo aumento da força muscular em crianças pré-púberes, uma vez que não existem relatos consistentes na literatura sobre possíveis modificações morfológicas nessa população que pudessem ser atribuídas tanto ao treinamento de força quanto a testes de 1-RM⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

Nesse sentido, os possíveis mecanismos neurais responsáveis por grande parte dos ganhos na força muscular em crianças pré-púberes seriam um incremento da capacidade do sistema neural em ativar totalmente a musculatura, uma melhor coordenação dos músculos sinergistas e antagonistas ou, ainda, uma melhoria da coordenação do movimento⁽¹⁸⁾.

Considerando que a produção de força muscular depende do nível de ativação das unidades motoras e que essa ativação, por sua vez, é diretamente influenciada pelo nível de desenvolvimento do sistema nervoso central, pesquisadores têm demonstrado que crianças pré-púberes podem não ativar voluntariamente uma grande porcentagem de suas unidades motoras disponíveis, resultando, assim, em uma menor razão entre força máxima/área de secção transversa muscular quando comparadas a homens adultos⁽¹³⁾.

Embora a capacidade do sistema neuromuscular em ativar totalmente a musculatura não esteja estabilizada na criança, tem sido relatado que indivíduos não treinados podem ativar completamente seus músculos após poucas experiências em exercícios com pesos⁽¹⁹⁾. Assim, acredita-se que a repetição da tarefa motora possa melhorar o desempenho no teste de 1-RM, também, em crianças⁽²⁾.

CONCLUSÃO

Os achados deste estudo demonstraram que o comportamento da força muscular durante testes repetitivos de 1-RM é bastante variável em meninos pré-púberes. Assim, a capacidade de pro-

duzir força máxima nessa população parece ser altamente dependente de um processo de familiarização específica com esse tipo de teste. Dessa forma, muitas das alterações na força muscular de jovens que acabam sendo equivocadamente atribuídas à eficácia de programas de treinamento podem ser, na verdade, produto de uma avaliação inicial inadequada, sobretudo, quando a análise é baseada em resultados obtidos em testes de 1-RM, sem relatos de familiarização prévia.

Os resultados sugerem que para uma avaliação mais precisa da força muscular de meninos pré-púberes, por meio de testes de 1-RM, devem ser realizadas ao menos três sessões de testes para o exercício mesa extensora e cinco sessões para o exercício rosca direta de bíceps.

Vale ressaltar que futuras investigações com crianças de ambos os sexos, com diferentes níveis maturacionais, bem como com níveis de aptidão física diferenciados são, ainda, necessárias para a análise do comportamento da força muscular mediante testes de 1-RM. Além disso, acreditamos que a utilização de outros exercícios e a adição da técnica de eletromiografia pode favorecer sobremaneira a compreensão das informações encontradas pelo presente estudo.

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

REFERÊNCIAS

1. Faigenbaum AD, Westcott WL, Micheli LJ, Outerbridge AR, Long CJ, Loud RL, et al. The effects of strength training and the detraining on children. *J Strength Cond Res* 1996;10:109-14.
2. Faigenbaum AD, Miliken LA, Westcott WL. Maximal strength test in healthy children. *J Strength Cond Res* 2003;17:162-6.
3. 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.
4. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influência do processo de familiarização para a avaliação dos níveis de força muscular em testes de 1-RM. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:34-8.
5. Cronin JB, Henderson ME. Maximal strength and power assessment in novice weight trainers. *J Strength Cond Res* 2004;18:48-52.
6. Tanner JM. Growth at adolescent. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1962.
7. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorel R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988;3-8.
8. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988;60:709-23.
9. Faigenbaum A, Westcott, W. Strength and power for young athletes. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.
10. Clarke DH. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: Wilmore JH, editor. Exercise and Sports Sciences Reviews. New York: Academic Press, 1973;73-102.
11. Bland JM, Altman DJ. Regression analysis. *Lancet* 1986;1:908-9.
12. Eriksson O, Saltin B. Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. *Acta Paediatr Belg* 1974;28:257-65.
13. Halin R, Germain P, Bercier S, Kapitaniak B, Buttelli O. Neuromuscular response of young boys versus men during sustained maximal contraction. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1042-8.
14. Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Malhia E, et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol* 1998;84:1341-9.
15. Ramsay JA, Blimkie CJR, Smith K, Garner S, MacDougall JD, Sale DG. Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:605-14.
16. Blimkie CJR. Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can J Sports Sci* 1992;17:264-79.
17. Blimkie CJR. Resistance training during preadolescence. *Sports Med* 1993;15:389-407.
18. Van Praagh E, Dore E. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Med* 2002;32:701-28.
19. Behm DG. Neuromuscular implications and applications of resistance training. *J Strength Cond Res* 1995;9:264-74.