

Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres*

Raphael Mendes Ritti Dias, Edilson Serpeloni Cyrino, Emanuel Pércles Salvador, Fábio Yuzo Nakamura, Fábio Luiz Cheche Pina e Arli Ramos de Oliveira

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar o impacto de oito semanas de treinamento com pesos (TP) sobre a força muscular. Para tanto, 23 homens ($20,7 \pm 1,7$ anos) e 15 mulheres ($20,9 \pm 2,1$ anos), aparentemente saudáveis e moderadamente ativos (atividade física regular < 2 vezes por semana), foram submetidos a um programa de TP composto por 10 exercícios para os diferentes grupos musculares durante oito semanas consecutivas. Três séries de 8-12 RM foram executadas em cada exercício, em três sessões semanais intervaladas a cada 48 horas. A força muscular foi determinada pré e pós-treinamento por meio de testes de 1-RM nos exercícios supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps, após cinco sessões de familiarização. Aumentos na força muscular foram identificados, em ambos os sexos, nos três exercícios investigados, bem como no somatório da carga total levantada ($P < 0,01$). Apesar de os homens apresentarem força absoluta maior do que as mulheres em todos os exercícios analisados, os ganhos observados ao longo do tempo foram maiores no sexo feminino (14,7 vs. 7,6% no agachamento; 17,2 vs. 11,0% no supino em banco horizontal; 20,4 vs. 14,0% na rosca direta de bíceps). Os resultados sugerem que o período de oito semanas de TP parece ser suficiente para promover modificações significativas na força muscular de homens e mulheres, em diferentes segmentos corporais (membros inferiores, tronco e membros superiores).

ABSTRACT

Impact of an eight-week weight training program on the muscular strength of men and women

The objective of the present study was to verify the impact of an eight-week weight training program (WT) on the muscular strength. To do so, 23 men (20.7 ± 1.7 years) and 15 women (20.9 ± 2.1 years), apparently healthy and moderately active (regular physical activity < 2 times a week) were submitted to a WT program composed of 10 exercises for the different muscular groups during eight consecutive weeks. Three series of 8-12 RM were performed in each exercise in three weekly sessions with intervals each 48 hours. The pre and post-training muscular strength was determined by means of 1-RM tests in bench press, squat and arm curl exercises after five familiarization sessions. Increases on the muscular strength were verified in both genders in all exercises investigated as well as in the total amount of load lifted ($P < 0.01$). Although men presented higher absolute strength when

Palavras-chave: Treinamento com pesos. Força muscular. Adaptações neurais. Desempenho motor. Testes de 1-RM.

Key words: Weight training. Muscular strength. Neural adaptations. Motor performance. 1-RM tests.

Palabras-clave: Entrenamiento con pesos. Fuerza muscular. Adaptaciones neurales. Desempeño motor. Tests de 1-RM.

compared to women in all exercises evaluated, the gains observed along time were higher for women (14.7 vs. 7.6% in squat; 17.2 vs. 11.0% bench press; 20.4 vs. 14.0% in arm curl). The results suggest that the eight-week WT period seems to be sufficient to promote significant modifications in the muscular strength of men and women in different body segments (lower limbs, trunk and upper limbs).

RESUMEN

Impacto de ocho semanas de entrenamiento con pesos sobre la fuerza muscular de hombres y mujeres

El objetivo del presente estudio fué el de verificar el impacto de ocho semanas de entrenamiento con pesos (TP) sobre la fuerza muscular. Para ello, 23 hombres ($20,7 \pm 1,7$ años) y 15 mujeres ($20,9 \pm 2,1$ años), aparentemente saludables y moderadamente activos (actividad física regular < 2 veces por semana), fueron sometidos a un programa de TP por 10 ejercicios para los diferentes grupos musculares durante ocho semanas consecutivas. Tres series de 8-12 RM fueron realizadas en cada ejercicio, en tres sesiones semanales intervaladas a cada 48 horas. La fuerza muscular, fué determinada pre y post entrenamiento por medio de los tests de 1-RM en los ejercicios press de banco, sentadillas, curl con barra en pie, después de cinco sesiones de familiarización. Aumentos de la fuerza muscular fueron identificados en ambos sexos, en los tres ejercicios investigados bien como una sumatoria de carga total levantada ($P < 0,01$). A pesar, de los hombres presentaban una fuerza absoluta mayor que las mujeres en todos los ejercicios analizados, las ganancias observadas a lo largo del tiempo fueron mayores en el sexo femenino (14,7 vs. 7,6% en sentadillas; 17,2 vs. 11,0% en press de banco; 20,4 vs. 14,0% en la curl con barra en pie). Los resultados sugieren que el período de ocho semanas de TP parece ser suficiente para promover modificaciones significativas en la fuerza muscular de hombres y mujeres, en diferentes segmentos corporales (miembros inferiores, tronco y miembros superiores).

INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP) é uma das modalidades mais praticadas de exercício físico, atualmente, por indivíduos de diferentes faixas etárias, de ambos os sexos e com níveis de aptidão física variados. Esse fato pode ser facilmente explicado pelos inúmeros benefícios decorrentes dessa prática, que incluem desde importantes modificações morfológicas, neuromusculares e fisiológicas, até alterações sociais e comportamentais.

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

Recebido em 8/11/04. 2ª versão recebida em 3/5/05. Aceito em 15/5/05.

Endereço para correspondência: 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

Uma das principais adaptações relatadas pela literatura associada à prática do TP tem sido o aumento nos níveis de força muscular, tanto em crianças quanto em adultos e idosos, de ambos os sexos⁽¹⁻³⁾. Essa adaptação parece estar relacionada a pelo menos dois fatores denominados de adaptações neurais e hipertrofia muscular.

Nesse sentido, em indivíduos não-treinados, o aumento dos níveis de força muscular ocorre, aparentemente, de forma mais acentuada durante as primeiras semanas de treinamento, o que tem sido atribuído por muitos pesquisadores às adaptações neurais. Dessa forma, existem indícios de que a maior parte dos ganhos de força muscular nos períodos iniciais de um programa de TP sejam acarretados por aumento na ativação muscular total, aumento na frequência de disparos e sincronização das unidades motoras ou, ainda, pela redução da co-ativação dos músculos antagonistas durante o exercício⁽⁴⁻⁶⁾.

Por outro lado, a hipertrofia muscular parece ocorrer de modo mais acentuado posteriormente, ou seja, após algumas semanas de treinamento⁽⁷⁾. Embora exista uma tendência em associar os níveis de força muscular com o tamanho da área de secção transversa do músculo, essa relação parece ser verdadeira apenas quando as adaptações neurais já foram, em grande parte, manifestadas⁽⁸⁾.

Apesar de existir extensa literatura indicando modificações relevantes induzidas pela prática de programas de TP, ainda não se tem clareza quanto à magnitude dessas alterações quando homens e mulheres são submetidos ao mesmo tipo de programa de treinamento, uma vez que grande parte dos estudos tem envolvido sujeitos de apenas um dos sexos, além do que os protocolos adotados têm sido bastante diferenciados.

Portanto, existe muita dificuldade em comparar os resultados obtidos em diferentes estudos, visto que a grande maioria dos protocolos delineados para mulheres tem priorizado o volume em detrimento da intensidade, sendo caracterizados, sobretudo, pelo elevado número de repetições (15-20 RM). Além disso, a falta de padronização nas demais variáveis de treinamento (frequência, intensidade, períodos de recuperação, intervalo entre as séries, exercícios utilizados, formas de avaliação da força muscular, dentre outras) dificulta ainda mais a comparação entre as informações produzidas pela literatura.

Assim, acredita-se que investigações que consigam controlar a maioria dessas variáveis, em indivíduos de ambos os sexos e com níveis de aptidão física semelhantes, possam favorecer a compreensão da efetividade dos programas de TP e as possíveis diferenças de comportamento entre homens e mulheres em resposta a esse tipo de exercício físico.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar o comportamento de indicadores de força muscular em homens e mulheres após oito semanas de treinamento com pesos padronizado.

METODOLOGIA

Sujeitos

Trinta e oito universitários (23 homens e 15 mulheres) aparentemente saudáveis participaram voluntariamente deste estudo. Como critérios iniciais de inclusão, os participantes deveriam ser moderadamente ativos (atividade física regular < 2 vezes por semana) e não ter participado regularmente de nenhum programa de exercícios físicos ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento. Além disso, cada participante respondeu, anteriormente ao início do estudo, um questionário sobre o histórico de saúde e nenhuma disfunção metabólica ou músculo-esquelética foi relatada.

Os indivíduos, após serem previamente esclarecidos sobre os propósitos da investigação e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram um termo de consentimento livre e esclareci-

do. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, da marca *Urano*, modelo *PS180 A*, com precisão de 100g e carga máxima de 180kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 1mm, de acordo com os procedimentos recomendados por Gordon *et al.*⁽⁹⁾. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da relação entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo o peso expresso em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

Testes de 1-RM

A força muscular foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino em banco horizontal (*bench press*), agachamento (*squat*) e rosca direta de bíceps (*arm curl*), respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de no mínimo cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos treinamentos com pesos de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Previamente ao início dos testes, os sujeitos foram submetidos a um aquecimento geral em cicloergômetro com duração de cinco minutos, com carga leve, a uma velocidade de 65rpm. Além disso, cada um dos três 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. A testagem foi iniciada dois minutos após o aquecimento específico. Os indivíduos foram orientados para tentar completar duas repetições. Caso fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa foi executada após 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 a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima⁽¹⁰⁾.

Previamente ao início do estudo foi empregado um protocolo de familiarização na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Todos os sujeitos foram testados, em situação semelhante ao protocolo adotado, em cinco sessões distintas intervaladas por períodos de 48 horas. Os coeficientes intraclass (R) foram de 0,98 para o supino em banco horizontal e de 0,96 para o agachamento e para a rosca direta de bíceps.

Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada na tentativa de garantir a eficiência do teste.

Programa de treinamento com pesos

O programa de TP foi executado durante oito semanas consecutivas, compreendendo três sessões semanais que foram realizadas em dias alternados. A frequência às sessões de treinamento foi superior a 80% (19 a 24 sessões).

A montagem do programa de treinamento obedeceu à ordem alternada por segmento e os 10 exercícios propostos foram executados na seguinte ordem: supino em banco horizontal, *leg press* 45°, puxada no *pulley* por trás do pescoço, mesa extensora, desenvolvimento por trás, mesa flexora, tríceps no *pulley*, panturrilha no *leg press*, rosca direta de bíceps e flexão abdominal.

Todos os exercícios foram executados em três séries de 8 a 12 repetições máximas (RM), com exceção do exercício para o grupo muscular do abdômen, que foi executado em três séries fixas de 50 repetições, com a sobrecarga do próprio corpo. Nos três primeiros exercícios da sequência foi acrescentada, arbitrariamente, uma série de aquecimento de 15 repetições com aproximadamente 50% da carga a ser utilizada em cada um desses exercícios, na tentativa de favorecer as respostas fisiológicas e neurais aos esforços subseqüentes. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi da ordem de 60-90s. Por outro lado, o intervalo de transição entre os exercícios foi de 120 a 180s. Embora a velocidade de execução dos movimentos não tenha sido controlada, os sujeitos foram orientados para tentarem realizar cada movimento na fase concêntrica em um a dois segundos e na fase excêntrica de dois a quatro segundos.

Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes periódicos nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios foram estabelecidos com base nos resultados obtidos mediante a aplicação de testes de peso por repetições máximas⁽¹¹⁾. Os indivíduos receberam orientação para que as cargas de treinamento fossem reajustadas sempre que o limite superior de repetições preestabelecido para cada exercício fosse atingido em todas as séries, no intuito de preservar a intensidade inicialmente proposta.

Tratamento estatístico

O teste t de Student para amostras independentes com número de elementos diferentes foi utilizado para as comparações entre as características gerais de homens e mulheres. Análise de co-variância (ANCOVA) 2x2 para medidas repetidas foi utilizada para avaliar as possíveis modificações na força muscular dos dois grupos (homens e mulheres) ao longo do tempo (pré e pós-experimento), uma vez que as condições iniciais dos grupos eram inicialmente diferentes, com os valores pré-experimento sendo utilizados

como co-variáveis. O teste *post hoc* de Tukey foi utilizado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS

As características gerais dos sujeitos estão descritas na tabela 1. Os homens apresentaram maior massa corporal (~6,1kg) e estatura (~9,4cm) do que as mulheres investigadas ($P < 0,01$).

TABELA 1 Características gerais da amostra			
Variáveis	Homens (n = 23)	Mulheres (n = 15)	P
Idade (anos)	20,7 ± 1,7	20,9 ± 2,1	0,84
Massa corporal (kg)	66,4 ± 8,2	58,3 ± 6,3	< 0,01
Estatura (cm)	173,0 ± 4,7	163,6 ± 6,5	< 0,01
IMC (kg/m²)	22,1 ± 2,5	21,6 ± 2,0	0,55

A tabela 2 apresenta os resultados dos testes de 1-RM pré e pós-treinamento de homens e mulheres. Um aumento estatisticamente significativo da força muscular foi verificado após oito semanas de TP, tanto nos homens quanto nas mulheres, em todos os exercícios investigados, bem como no somatório das cargas levantadas ($P < 0,05$). Apesar dos homens apresentarem uma força absoluta maior do que as mulheres nos exercícios analisados, os ganhos observados ao longo do tempo foram maiores no sexo feminino (14,7 vs. 7,6% no agachamento; 17,2 vs. 11,0% no supino em banco horizontal; 20,4 vs. 14,0% na rosca direta de bíceps). Dessa forma, ANCOVA não identificou nenhuma interação sexo x tempo nas variáveis analisadas ($P > 0,05$).

TABELA 2 Valores de 1-RM (kg) obtidos pré e pós oito semanas de TP nos exercícios supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps, em homens e mulheres					
Variáveis	Homens	Mulheres	Efeitos	F	P
Supino em banco horizontal			ANCOVA		
Pré	61,1 ± 13,0	29,6 ± 5,2	Sexo	5,77	< 0,05
Pós	67,8 ± 12,3*	34,7 ± 5,6*	Tempo	112,00	< 0,01
Δ%	+ 11,0	+ 17,2	Sexo x Tempo	2,25	0,14
Agachamento			ANCOVA		
Pré	125,4 ± 26,6	73,6 ± 14,4	Sexo	0,23	0,63
Pós	135,0 ± 33,2*	84,4 ± 10,9*	Tempo	9,33	< 0,01
Δ%	+ 7,6	+ 14,7	Sexo x Tempo	0,03	0,87
Rosca direta de bíceps			ANCOVA		
Pré	39,2 ± 6,6	22,1 ± 4,1	Sexo	6,65	< 0,01
Pós	44,7 ± 6,4*	26,6 ± 3,5*	Tempo	96,60	< 0,01
Δ%	+ 14,0	+ 20,4	Sexo x Tempo	0,99	0,32
CTL			ANCOVA		
Pré	225,7 ± 42,7	125,3 ± 22,8	Sexo	1,73	0,19
Pós	247,5 ± 44,9*	146,7 ± 18,1*	Tempo	38,35	< 0,01
Δ%	+ 9,4	+ 16,5	Sexo x Tempo	0,30	0,58

* $P < 0,05$ vs. Pré.
Nota: Os resultados estão expressos em valores médios (± DP).

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo indicaram que o período de oito semanas de TP parece ser suficiente para provocar ganhos significantes de força muscular, tanto em homens quanto em mulheres. Entretanto, os ganhos de força muscular observados ocorreram em magnitudes bastante diferenciadas quando com-

parados homens e mulheres. As mulheres tiveram um incremento relativo superior aos homens nos três exercícios investigados. Esses resultados, contudo, são semelhantes aos da maioria dos estudos disponíveis na literatura que se propuseram a investigar as possíveis modificações na força muscular induzidas por curtos períodos de TP (≤ 12 semanas) em homens e mulheres⁽¹²⁻¹⁵⁾.

Nesse sentido, Hunter⁽¹²⁾ constatou incrementos da ordem de 11,9% e 19,5% no exercício supino em banco horizontal em homens e mulheres, respectivamente, após 10 semanas de TP. Anteriormente, Wilmore⁽¹⁵⁾ já havia relatado aumentos de 28,6% e 16,4% em homens e mulheres, respectivamente, no mesmo exercício durante um período semelhante de intervenção com TP. No presente estudo, os ganhos de força muscular no supino em banco horizontal alcançaram 11,0% nos homens e 17,0% nas mulheres, apesar do menor período de duração da investigação.

As modificações na força muscular durante curtos períodos de TP parecem ser resultado da melhoria do ajuste neural intra e intermuscular durante a execução do movimento. Acredita-se que tais adaptações estejam atreladas ao aumento do número de unidades motoras recrutadas, a melhoria da sincronização e frequência de disparos das unidades motoras e a menor co-ativação dos músculos antagonistas, desencadeando maior produção de força durante as fases iniciais do treinamento⁽⁵⁾.

Nesse sentido, Hakkinen *et al.*⁽⁴⁾, mediante análises eletromiográficas, verificaram a ativação muscular e a co-ativação dos músculos antagonistas de homens e mulheres acompanhados durante seis meses de TP. Os resultados parciais indicaram que após dois meses de TP já havia ocorrido aumento significativo na ativação muscular total (iEMG), conjuntamente com a redução na co-ativação dos músculos antagonistas em ambos os grupos, resultando em aumentos acentuados nos níveis de força muscular.

Embora os incrementos iniciais de força muscular estejam associados, sobretudo as adaptações neurais, como descrito anteriormente, alguns estudos têm relatado importantes modificações na morfologia muscular em apenas duas semanas de TP^(14,16), tais como o aumento na quantidade de miosina de cadeia pesada do tipo IIa, demonstrando que as alterações morfológicas do tecido muscular podem ocorrer desde as primeiras sessões de TP. Entretanto, ainda não está bem estabelecido se essas adaptações, em curto prazo, podem ou não interferir no desenvolvimento da força muscular.

Apesar de os mecanismos envolvidos nas diferentes respostas encontradas entre os gêneros para a força muscular ainda não estarem bem definidos, parece que as diferenças iniciais nos níveis de treinamento podem influenciar decisivamente nos resultados. Embora essa variável não tenha sido controlada no presente estudo, acredita-se que, via de regra, o nível de atividade física da maioria das mulheres seja inferior ao dos homens. Nesse sentido, seria esperado que os maiores aumentos na força muscular decorrentes de programas de TP ocorressem nas mulheres⁽¹⁷⁾, o que realmente foi confirmado no presente estudo.

Outra possível explicação para a diferença dos aumentos da força muscular entre os gêneros seria o melhor padrão de recrutamento das unidades motoras das mulheres em relação aos homens. Nesse sentido, Lemmer *et al.*⁽¹³⁾ realizaram um estudo onde foram avaliados o mecanismo de educação cruzada e o pico de torque isocinético como indicadores das adaptações neurais ao treinamento. Assim, homens e mulheres submetidos a 12 sema-

nas de treinamento de extensão de coxas unilateral apresentaram aumentos significantes na força máxima do membro não treinado (mecanismo de educação cruzada). Todavia, um incremento no pico de torque isocinético do membro treinado foi identificado somente no sexo feminino, sugerindo que as adaptações neurais acontecem mais acentuadamente nas mulheres do que nos homens.

Um achado bastante interessante deste estudo é que o ganho de força muscular de homens e mulheres obedeceu a uma ordem semelhante, ou seja, rosca direta de bíceps > supino em banco horizontal > agachamento. Tais diferenças provavelmente estejam relacionadas à complexidade da tarefa motora exigida nos diferentes exercícios. Ao que parece, exercícios que envolvem a participação de maior número de grupamentos musculares necessitariam de maior período de tempo para que se estabelecesse um platô nos ajustes neurais e na aprendizagem da tarefa motora do movimento⁽⁸⁾.

Esta hipótese é reforçada pelos achados de Cronin e Hender-son⁽¹⁸⁾, que verificaram diferenças temporais no processo de familiarização ao teste de 1-RM entre os exercícios supino em banco horizontal e agachamento. Enquanto no supino em banco horizontal foi necessária apenas uma sessão de familiarização para que ocorresse a estabilização da carga, para o agachamento foram necessárias duas sessões. Segundo os autores, a maior complexidade da tarefa motora exigida no agachamento foi considerada a principal explicação para o maior tempo de familiarização nesse exercício.

Vale ressaltar que dentre os exercícios analisados o agachamento foi o único que não estava incluído no programa de TP realizado. Isso provavelmente pode ter afetado o processo de familiarização à execução desse exercício e, conseqüentemente, ao ajuste neural do movimento, comparado com os outros dois exercícios testados, que estavam incluídos no programa de treinamento.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicaram que oito semanas de treinamento com pesos foram suficientes para provocar aumentos significativos na força muscular de homens e mulheres nos exercícios supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps.

Todavia, as mulheres apresentaram aumento de força muscular proporcionalmente maior ao observado nos homens nos três exercícios investigados, o que sugere que as mulheres parecem ter maior potencial para desenvolvimento da força muscular do que os homens após curtos períodos de TP. Acredita-se que essas diferenças possam ser atribuídas, pelo menos em parte, aos menores níveis iniciais de treinamento das mulheres analisadas e/ou a uma maior contribuição dos fatores neurais no sexo feminino.

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

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:364-80.
2. Bernhardt DT, Gomez J, Johnson MD, Martin TJ, Rowland TW, Small E, et al. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics* 2001;107:1470-2.
3. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamental of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:674-88.
4. Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Malkia 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.
5. Komi PV. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int J Sports Med* 1986;7:10-5.
6. Narici MV, Roi GS, Landoni L, Minetti AE, Cerretelli P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1989;59:310-9.
7. Moritani T, Devries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med* 1978;58:115-30.
8. Chilibeck PD, Calder AW, Sale DG, Webber CE. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77:170-5.
9. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books, 1988;3-8.

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. Rodrigues CEC, Rocha PECP. *Musculação: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Sprint, 1985.
12. Hunter G. Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA J* 1985;4:26-8.
13. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:1505-12.
14. Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol* 1994;73:1247-55.
15. Wilmore JH. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. *Med Sci Sports* 1974;6:133-8.
16. Jurimae J, Abernethy PJ, Blake K, McEniery MT. Changes in the myosin heavy chain isoform profile of the triceps brachii muscle following 12 weeks of resistance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996;74:287-92.
17. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:338-44.
18. Cronin JB, Henderson ME. Maximal strength and power assessment in novice weight trainers. *J Strength Cond Res* 2004;18:48-52.