

## Artigo original

# Série simples versus séries múltiplas: efeitos sobre o treinamento e destreino da força máxima em mulheres jovens

## Single vs multiple sets: effects on the maximal strength training and detraining in young women

Marcelo Rangel de Araújo\*, Alexandre Hideki Okano\*\*, Runer Augusto Marson\*\*\*, Edilson Serpeloni Cyrino\*\*\*\*, Fábio Yuzo Nakamura\*\*\*\*\*

\*Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR, \*\*Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina, Faculdade de Educação Física. Universidade de Campinas – Campinas/SP, \*\*\*Laboratório de Biomecânica. Instituto de Biociências. Departamento de Educação Física. Universidade Estadual Paulista – Rio Claro/SP, \*\*\*\* Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR, Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina, \*\*\*\*\* Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR, Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina, Laboratório de Biodinâmica. Instituto de Biociências. Departamento de Educação Física. Universidade Estadual Paulista – Rio Claro/SP

### Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos da utilização de série simples ou de séries múltiplas em programas de treinamento com pesos com duração de oito semanas sobre a força máxima, bem como sobre o destreino subsequente dessa capacidade neuromuscular por um período de dez semanas, em mulheres. Para isso, foram familiarizadas com um primeiro teste de força máxima (1-RM) nos exercícios: supino, puxada nas costas, extensão e flexão de joelho. Após 2 dias de descanso, as 19 voluntárias foram reavaliadas em sua força máxima (1-RM). Depois, foram divididas em dois grupos: um que treinou através de três séries os exercícios de membros inferiores e através de apenas uma série os exercícios de membros superiores (3I-1S), e outro grupo que fazia o inverso (1I-3S). Ambos treinaram com uma frequência de três sessões semanais, com cargas que permitiam a realização de 10 a 12-RM, as quais eram ajustadas de acordo com a evolução do estado de treinamento. A força máxima de ambos os grupos melhorou após quatro semanas de treinamento ( $P < 0,05$ ), sem aumentos adicionais nas quatro semanas seguintes nos quatro exercícios ( $P > 0,05$ ). O

período de destreino de dez semanas não ocasionou qualquer redução na 1 RM. Em nenhum momento houve diferença entre os grupos na expressão da força máxima. Com isso, concluiu-se que o treinamento com pesos, baseado na aplicação de série única, resultou em um ganho de força máxima equivalente ao de três séries. Em adição, ambos os grupos tiveram retenção total da força máxima após período relativamente longo de destreino.

**Palavras-chave:** série simples, séries múltiplas, força muscular, uma repetição máxima (1 RM).

### Abstract

The purpose of this study was to compare the effect of using single-set or three-set in programs of strength training with duration of 8 weeks on the maximum strength, as well as on the subsequent detraining of this capacity neuromuscular for a period of 10 weeks, in women. For this, after to be made familiarization for a first test one-repetition maximum (1-RM) in the exercises: chest press, lat pull down, leg extension and leg curl. The 19 volunteers had been

Recebido em 15 de junho de 2005; aceito em 20 de agosto de 2006.

**Endereço para correspondência:** Marcelo Rangel de Araújo, Centro de medidas e avaliação física, Av. Olávio Gomes, 381, 12211-420 São José dos Campos SP, Tel: (12) 3941-6813, E-mail: marcelora@pop.com.br

reevaluated in its maximum strength (1-RM) after 2 days of rest. Later, they had been divided in two groups: one that trained through three set the exercises of down-body and through only one set the exercises of upper-body (3DB-1UB), and another group that made the inverse one (1DB-3UB). Both had trained with a frequency of three weekly sessions, with loads that allowed the accomplishment of 10 12-RM, which were adjusted in accordance with the evolution of the training state. The strength of both the group improved 4 weeks of training after ( $P < 0,05$ ), without increases adds in the four following weeks in the four exercises ( $P > 0,05$ ). The period of

detraining of 10 weeks did not cause any reduction in the 1 RM. At no moment it had difference between the groups in the expression of the maximum strength. With this, one concluded that the exercise resistance based in the single-set application resulted in a increase of maximum strength equivalent to the one of three-set. In addition, both the groups had after had total retention of the maximum strength relatively long periods of detraining.

**Key-words:** single-set, three-set, muscle strength, one-repetition maximum (1-RM).

## Introdução

Carpinelli e Otto [1] realizaram uma revisão de estudos destinados a comparar a efetividade de programas de treinamento com pesos utilizando série simples ou séries múltiplas na melhora da força máxima de diferentes tipos de exercícios resistidos. Eles mostraram que dentre os 35 trabalhos analisados, 33 não encontraram diferenças significantes entre a série simples e as séries múltiplas como indutores deste tipo de adaptação do sistema neuromuscular. Este estudo meta-analítico sintetiza o esforço de diversos pesquisadores no sentido de determinar a relação dose-resposta associada ao volume de treinamento com pesos. Nesse contexto, os exercícios quantificados são empregados como dose e as modificações na aptidão física e/ou no estado geral de saúde são tidos como resposta. Dessa forma, busca-se uma relação ótima entre custo e benefício para os propósitos do indivíduo que está se submetendo a um programa de treinamento. Outras variáveis como intensidade, tipo de contração, e frequência das sessões de treinamento também têm sido investigadas como dose [2,3], embora com menos ênfase do que o volume. Doses excessivas no treinamento com pesos podem resultar em lesões por estresse das estruturas músculo-esqueléticas, ao passo que sobrecargas subestimadas para a capacidade funcional do indivíduo podem falhar em estimular a melhora necessária ou desejada nos níveis de força muscular [3].

Poucos estudos têm atestado a superioridade de programas de treinamento resistido com séries múltiplas de exercício sobre um grupamento muscular específico em relação aos realizados com a utilização de apenas uma série [4]. No entanto, Rhea *et al.* [5] argumentam que isso se deve ao tratamento estatístico convencionalmente empregado. Sua meta-análise baseada no procedimento *effect size* (ES) estabelece que há vantagens comparativas na utilização de um volume maior de treinamento ao invés de apenas uma série, e que o número ótimo de séries para provocar adaptações neuromusculares depende do nível de treinamento da amostra populacional pesquisada [3]. Essa conclusão foi extraída a partir de resultados de estudos que, em sua formulação original, demonstravam a equivalência nos ganhos adaptativos das séries múltiplas em relação à simples.

Levando em consideração o conhecimento acumulado no estabelecimento da relação dose-resposta relacionada ao volume de treinamento com pesos, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) [6] se posicionou, em 1990, a favor de que apenas uma série de 8-12 repetições de oito a dez exercícios resistidos diferentes, com frequência de duas vezes por semana, seria suficiente para induzir ganhos significativos de força e de massa isenta de gordura. Esta recomendação mínima deveria ser seguida por todos os adultos saudáveis envolvidos em programas de condicionamento físico. Ela poderia ser expandida com a evolução do programa de treinamento para um número maior de séries. A posição [7] foi ratificada em 1998 e posteriormente surgiu uma proposta específica para a prescrição de treinamento com pesos [8].

O destreino, processo contrário ao treinamento, resulta da redução ou interrupção do treinamento, ou da redução de uma ou mais variáveis associadas ao mesmo, como intensidade, volume ou frequência das sessões. Paralelo a esse processo há retrocesso das modificações adaptativas promovidas pelo treinamento que, em geral, ocorre a uma taxa menor do que durante sua fase de aquisição [9,10].

Levando-se em consideração a escassez de estudos destinados a elucidar as adaptações neuromusculares ao treinamento com pesos e perdas associadas ao destreino em mulheres [11], procurou-se, neste trabalho, comparar os ganhos de força máxima de moças jovens mediante a participação em sessões de treinamentos compostas de série simples e múltiplas, em quatro diferentes aparelhos, bem como verificar a retenção do ganho de força após período de destreino. A hipótese deste estudo era a de que os ganhos de força máxima seriam semelhantes em resposta aos dois volumes de treinamento, confirmando os achados reunidos por Carpinelli e Otto [1], e de que a retenção dessa capacidade também seria equivalente nas duas situações. A confirmação dessa hipótese favoreceria a utilização da série simples como indutor de ganho de força e retenção da mesma em médio prazo, pois trabalhos mostram que sessões mais curtas de treinamento melhoram a aderência ao programa em relação às mais longas (séries múltiplas) [12].

## **Materiais e métodos**

### **Sujeitos**

Foram inicialmente voluntárias para participar deste estudo 24 mulheres jovens, estudantes universitárias, sem experiência com treinamento com pesos nos seis meses que antecederam o início desta investigação. Elas assinaram termo de consentimento informado após reunião de esclarecimentos sobre os riscos e benefícios associados à participação, com dois dos responsáveis pela pesquisa. As participantes foram aleatoriamente divididas em dois grupos experimentais. Ambos foram submetidos a programas estruturados de treinamento com pesos, assim como foram avaliados periodicamente em relação ao nível de força máxima alcançado, inclusive após período de destreinamento. Um dos grupos realizou o programa que incluía três séries para exercícios de membros inferiores (extensão e flexão de joelhos) e apenas uma série de exercícios de membros superiores (supino e puxada nas costas). Esse grupo foi denominado 3I-1S. O outro grupo, que fazia justamente o contrário, foi denominado 1I-3S. Das 24 voluntárias no início do estudo, 19 o concluíram, sendo 11 do grupo 3I-1S (idade:  $21,2 \pm 6,8$  anos; estatura:  $162,5 \pm 10,0$  cm; massa corporal:  $52,5 \pm 3,9$  kg) e oito do grupo 1I-3S (idade:  $20,8 \pm 6,3$  anos; estatura:  $165,5 \pm 7,8$  anos; massa corporal:  $56,0 \text{ kg} \pm 4,3$  kg). Nenhuma das desistências foi ocasionada por lesão decorrente dos programas ou testes de força propostos.

### **Teste de força máxima (1-RM)**

Foram utilizados, neste teste de desempenho neuromuscular, procedimentos adaptados de outros autores [13]. Em primeiro lugar, cada uma das participantes realizava duas séries de aquecimento em uma carga percebida como aproximadamente 50% da carga entendida como máxima, ou seja, que poderia ser levantada uma única vez (1 RM). Após breve descanso, os levantamentos seguintes foram feitos através de duas repetições, com incrementos de carga visando o alcance de 1 RM. O intervalo entre as tentativas foi de no mínimo cinco minutos. A carga em que a participante realizava com sucesso uma repetição, mas falhava em conseguir a segunda, era considerada 1 RM. Durante cada tentativa de se atingir 1-RM, havia incentivo verbal por parte do investigador que realizava a avaliação.

Todos os quatro exercícios empregados neste estudo tiveram sua 1 RM determinada em uma única sessão de testes obedecendo a seguinte ordem: supino, extensão de joelho, puxada nas costas e flexão de joelho. Esses testes foram realizados em cinco momentos: (1) familiarização – com o objetivo de que as participantes se habituassem aos esforços musculares máximos; (2) pré-treino – realizados dois dias após a familiarização, com o objetivo de detectar supostas adaptações na força máxima gerada pelo próprio teste de

familiarização servindo então como um valor de base para comparações com etapas posteriores; (3) 4ª semana de treinamento – com o objetivo de detectar adaptações na força máxima; (4) 8ª semana de treinamento – idem; (5) 10ª semana de destreinamento – com o objetivo de verificar a magnitude do decréscimo da força.

### **Programa de treinamento**

O período total de treinamento com pesos de ambos os grupos, que ocorreu de forma simultânea, teve duração de oito semanas. Foram três sessões semanais, tanto para 3I-1S quanto para 1I-3S. A aderência a essa frequência semanal foi bastante alta, pois todas as participantes cumpriram a programação inicialmente traçada para os grupos. Portanto, o número total de sessões de treinamento para cada indivíduo foi de 24. Recomendava-se um dia de descanso entre as sessões, para permitir boa recuperação da musculatura envolvida. Em todas as sessões, todos os quatro exercícios eram realizados, com um número de repetições por série de 10-12 RM. O intervalo recomendado entre séries era de 90 segundos. Entre os exercícios, solicitou-se não ultrapassar de três minutos. O número de séries por exercício, que era a variável manipulada experimentalmente, dependia do grupo ao qual o indivíduo pertencia (uma ou três). Dessa forma, de acordo com o desenho experimental adotado nesta investigação, a única variável de treino manipulada para verificação de efeitos adaptativos localizados no sistema neuromuscular foi o volume. Os programas de treinamento, bem como os testes de 1 RM, foram supervisionados por um dos investigadores.

Previamente a cada sessão de treinamento, as participantes realizavam aquecimento leve no cicloergômetro por dez minutos, seguidos de exercícios de alongamento também leves, ou seja, sem exigir amplitudes articulares máximas. Não houve pré-determinação na ordem de execução dos exercícios resistidos, sendo de livre escolha individual.

Conforme mencionado, o número de repetições máximas adotadas como alvo para cada série de exercício resistido foi de dez a 12. Na medida em que o número de 12 repetições era ultrapassado em determinado exercício, automaticamente a carga era acrescida de forma a manter o número de repetições por série dentro do espectro previamente estabelecido. Foi solicitado que as participantes não modificassem seus hábitos relacionados à atividade física e alimentação durante a vigência do estudo. Nenhuma das participantes relatou qualquer modificação.

### **Tratamento estatístico**

Os valores de força máxima medida pela 1 RM, bem como a evolução temporal das cargas de treinamento, foram analisadas através de ANOVA *two way* para medidas repetidas, tendo o grupo (3I-1S e 1I-3S) como variável independente e o tempo (semanas) como variável dependente. O teste *post*

*hoc* de Scheffé, para comparações múltiplas, foi utilizado para a identificação das diferenças entre as médias. Foi adotado também o procedimento de regressão linear para estabelecer a equação que descreveria o aumento da carga de treinamento ao longo das semanas, adotando-se os valores médios de cada grupo, para todos os exercícios, com o intuito de se determinar a taxa média de aumento da carga por semana de participação nos programas de treinamento resistido. O nível de significância foi pré-fixado em  $P < 0,05$ , para todas as análises.

## Resultados

A Tabela I contém os valores médios alcançados pelos grupos 3I-1S e 1I-3S no teste de 1 RM nos diferentes períodos deste estudo. Os índices de força máxima encontrados em ambos os grupos nos quatro aparelhos durante a familiarização não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) dos valores registrados no pré-treino. O pré-treino foi adotado como valor de referência prévio ao programa de treinamento para efeito de verificação da evolução dessa capacidade em momentos distintos dentro do período de treinamento e destreino, indicadores da adaptação e desadaptação neuromuscular, respectivamente.

Após as primeiras quatro semanas de treinamento, verificou-se aumento significativo ( $P < 0,05$ ) da força máxima determinada em 1 RM nos quatro aparelhos, para ambos os grupos. A análise estatística não revelou qualquer diferença entre os grupos 3S-1I e 1I-3S ( $P > 0,05$ ) nesse momento do programa. Ao final da oitava semana, a qual marcava o final das sessões de treinamento, a força máxima em todos os exercícios continuava superior ao pré-treino ( $P < 0,05$ ). Entretanto, não diferiu da 1 RM registrada após a quarta semana ( $P > 0,05$ ). Ou seja, da metade para o final do programa de treinamento com pesos utilizado neste estudo, a força máxima estabilizou em todos os exercícios. Na oitava semana, novamente, não se observou qualquer diferença nesse indicador de aptidão neuromuscular entre os grupos que treinavam por meio de série simples e séries múltiplas ( $P > 0,05$ ).

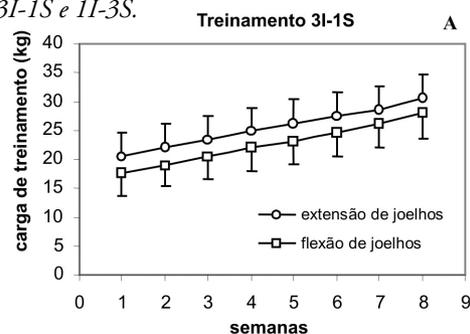
Em termos percentuais, os ganhos de força máxima entre o início e o final do período de treinamento para o grupo 3I-1S foram de: 20% na extensão de joelhos, 33% na flexão de joelhos, 21% no supino e de 15% na puxada nas costas. Para o grupo 1I-3S, os incrementos de força foram de: 20%

na extensão de joelhos, 24 % na flexão de joelhos, 20% no supino e de 13% na puxada nas costas.

Após 10 semanas do término do programa, período em que as participantes se mantiveram inativas com o objetivo de causar destreino da força máxima, não houve redução significativa ( $P > 0,05$ ) da carga de 1 RM em qualquer dos exercícios, sendo esta redução de apenas 1,7% na extensão de pernas, 5,9% na flexão de perna, 7,1% no supino e 2,3% na puxada alta por trás para o grupo 3I-1S e 2,8% para extensão de pernas, 4,9% na flexão de pernas, 7,1% supino e 2,3% na puxada alta nas costas para o grupo 1I-3S. Tampouco houve diferenças entre os grupos no nível de força máxima manifestada nos quatro aparelhos nesse momento do estudo (Tabela I).

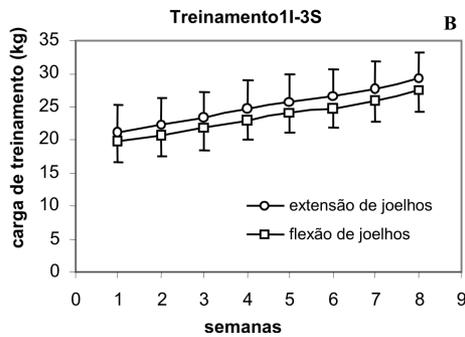
Ao contrário da força máxima, as cargas prescritas para os quatro aparelhos nas sessões de exercícios resistidos evoluíram de forma linear ao longo do tempo, sem demonstrar qualquer tendência de estagnação nas oito semanas de treinamento. A figura 1 demonstra esse comportamento para ambos os grupos em relação às cargas utilizadas nos exercícios para membros inferiores. A carga utilizada na extensão de joelhos aumentou tanto no grupo 3I-1S quanto no grupo 1I-3S da primeira para a quarta semana ( $P < 0,05$ ), como também da quarta para a oitava semana ( $P < 0,05$ ). No entanto, em nenhum desses momentos houve diferença significativa entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Padrão semelhante foi observado para a evolução temporal das cargas de treinamento de flexão de joelhos, com a ressalva de que na primeira semana o grupo 3I-1S iniciou o programa contra resistências significativamente maiores ( $P < 0,05$ ). No entanto, ao longo da quarta e oitava semanas, elas se igualaram ( $P < 0,05$ ).

**Figura 1** - Evolução temporal das cargas de treinamento (intensidade) para os exercícios com pesos para membros inferiores dos grupos 3I-1S e 1I-3S.



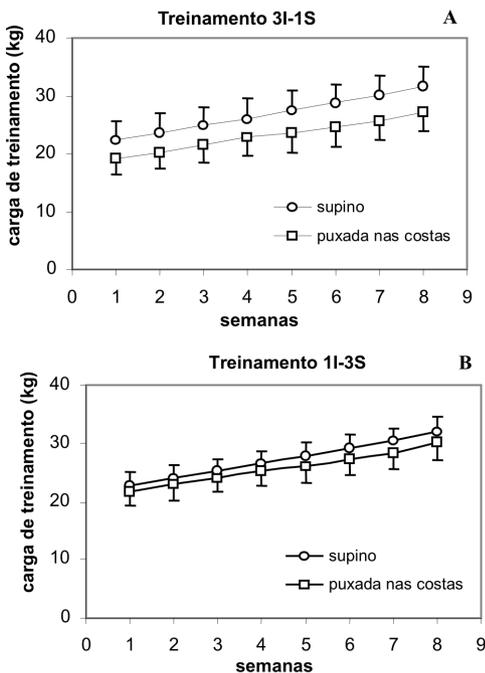
**Tabela I** - Valores médios ( $\pm$  DP) da força muscular obtida nos aparelhos para os grupos: 3I-1S e 1I-3S nas diferentes fases do estudo.

	Grupo	Familiarização	Pré-Treino	4 Semanas*	8 Semanas	Destreino
Extensão do Joelho	3I-1S	29,6 $\pm$ 4,6	31,6 $\pm$ 6,8	35,8 $\pm$ 5,9*	37,9 $\pm$ 6,4	37,4 $\pm$ 5,6
	1I-3S	31,5 $\pm$ 6,8	33,6 $\pm$ 5,6	38,3 $\pm$ 6,3*	40,0 $\pm$ 7,3	39,6 $\pm$ 7,9
Flexão do Joelho	3I-1S	28,4 $\pm$ 5,6	28,5 $\pm$ 6,2	35,0 $\pm$ 6,6*	37,9 $\pm$ 6,9	36,1 $\pm$ 7,1
	1I-3S	28,4 $\pm$ 5,7	30,0 $\pm$ 5,1	34,4 $\pm$ 6,4*	37,1 $\pm$ 5,6	35,1 $\pm$ 4,3
Supino	3I-1S	30,8 $\pm$ 4,7	31,1 $\pm$ 4,3	36,0 $\pm$ 4,2*	37,8 $\pm$ 4,3	35,3 $\pm$ 5,0
	1I-3S	33,6 $\pm$ 4,8	34,3 $\pm$ 4,6	39,3 $\pm$ 6,5*	41,0 $\pm$ 5,4	37,9 $\pm$ 5,0
Puxada nas Costas	3I-1S	30,0 $\pm$ 3,7	30,1 $\pm$ 3,9	33,8 $\pm$ 3,9*	34,9 $\pm$ 4,0	34,6 $\pm$ 4,3
	1I-3S	31,5 $\pm$ 4,1	33,0 $\pm$ 4,5	35,4 $\pm$ 6,3*	37,4 $\pm$ 6,2	37,0 $\pm$ 5,3



A Figura 2 ilustra o aumento linear semanal das cargas nos exercícios de membros superiores. Novamente, em ambos os grupos, a quarta semana foi mais pesada em termos de sobrecarga imposta pelos exercícios do que a primeira semana, e a oitava mais intensa que a quarta semana. No exercício supino, em nenhum dos momentos os grupos 3I-1S e 1I-3S diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, no exercício de puxada nas costas, nos três momentos analisados, o grupo 1I-3S treinou contra resistências mais elevadas que o grupo 3I-1S.

**Figura 2** - Evolução temporal das cargas de treinamento (intensidade) para os exercícios com pesos para membros superiores dos grupos 3I-1S (A) e 1I-3S (B).



As equações que caracterizam o aumento linear das cargas de treinamento em todos os aparelhos, para os dois grupos, estão listadas na Tabela 2. Pode-se observar que, em média, a taxa de incremento semanal de cargas nos aparelhos adotados neste estudo, os quais mobilizam grandes volumes de massa muscular, localiza-se entre 1 a 1,5 kg. Os elevados valores de  $R^2$  ( $> 0,995$ ) encontrados atestam o bom ajuste dos dados à função linear. Deve-se enfatizar que o número alvo de repetições por série neste trabalho foi fixado em 10-12 RM,

independentemente do regime (volume) de treinamento adotado. Dessa forma, havia um critério bastante claro para determinar o momento do incremento de carga.

**Tabela II** - Equações referentes à evolução temporal das cargas de treinamento (intensidade) para os exercícios com pesos para membros inferiores e superiores. CT – carga de treinamento; ST – semana de treinamento

Grupo	Exercício	Equação	R2
3I-1S	Extensão de joelhos	$CT = 1,369 \cdot ST + 19,305$	0,997
	Flexão de joelhos	$CT = 1,452 \cdot ST + 16,101$	0,998
	Supino	$CT = 1,321 \cdot ST + 20,906$	0,999
	Puxada nas costas	$CT = 1,096 \cdot ST + 18,192$	0,997
1I-3S	Extensão de joelhos	$CT = 1,128 \cdot ST + 20,049$	0,997
	Flexão de joelhos	$CT = 1,075 \cdot ST + 18,612$	0,995
	Supino	$CT = 1,311 \cdot ST + 21,366$	0,998
	Puxada nas costas	$CT = 1,163 \cdot ST + 20,513$	0,993

### Discussão

Vários são os mecanismos postulados para o aumento da capacidade contrátil e da tensão máxima gerada pela musculatura esquelética em resposta ao treinamento com pesos. Em geral, conjugam-se fatores neurais de adaptação e hipertrofia muscular como principais responsáveis pela melhora da força. As primeiras três a cinco semanas de treinamento com pesos são marcadas pelas adaptações neurais (mais rápidas), enquanto que as modificações teciduais dos músculos (mais lentas) são predominantes em fases mais adiantadas do processo de aperfeiçoamento da força [14]. Pela duração do presente estudo, é bastante provável que as adaptações neurais tenham predominado. Elas incluem: (a) aumento da amplitude da ativação dos músculos exercitados através de comandos motores centrais; (b) aumento da frequência de disparos das unidades motoras; (c) maior sincronização das unidades motoras e; (d) melhora no padrão de inibição recíproca da ativação dos músculos antagonistas ao movimento pretendido [4,14]. Mais recentemente, Akima *et al.* [15] mostraram, através da técnica de obtenção de imagens por ressonância magnética, que a área do quadríceps da coxa ativada após duas semanas de treinamento isocinético de extensão de joelhos era superior ao período prévio ao treinamento, durante a realização de testes isocinéticos ( $60-240^\circ \cdot s^{-1}$ ) e isométricos. Áreas previamente inativas do vasto lateral, vasto intermédio e vasto medial passaram a contribuir na geração de torque após o período de treinamento. A área total do músculo quadríceps não foi alterada. Esse aumento na área contrátil útil constitui,

portanto, uma das adaptações neurais adicionais provocadas pelos treinos resistidos de curto e médio prazo.

Entretanto, estudo de Staron *et al.* [10] evidenciou um aumento da área de secção transversa de fibras musculares individuais pertencentes a todas as sub-populações dessas células em músculos das extremidades inferiores de mulheres treinadas sob regime bastante similar ao do nosso trabalho. O fato que chama a atenção é que a duração do estudo foi de apenas seis semanas. Ou seja, a hipertrofia pode ser detectada em curto período de tempo e pode contribuir efetivamente para o ganho de força nas sessões iniciais de um programa de treinamento com pesos. Hipertrofia acentuada também foi reportada em estudo realizado com homens, submetidos a treinamento contra resistência isocinética, por 60 dias [16]. O incremento na área de secção transversa da musculatura da coxa submetida aos exercícios de extensão de joelho foi de 8,5%.

Independentemente dos mecanismos causais (neurais ou hipertrófico), que neste estudo não puderam ser discriminados, o fato é que tanto o grupo 3I-1S quanto o 1I-3S alcançaram ganhos expressivos de força máxima, sobretudo durante o primeiro mês de treinamento com pesos. Durante o mês subsequente, não houve aumentos adicionais nessa capacidade provavelmente por não ter periodizado o programa de treinamento para os 2 grupos, apesar das cargas de treinamento continuarem se elevando de forma linear. Ambos os grupos, compostos de mulheres sem experiência prévia recente com treinamento com pesos, não diferiram com relação aos níveis de força máxima atingidos em quaisquer momentos desta investigação.

A ausência de vantagem no uso de séries múltiplas em comparação com série simples no aumento da força máxima, ao que parece, não se restringe a amostras populacionais previamente não treinadas em exercícios contra resistências. Segundo Hass *et al.* [17] praticantes recreacionais de levantamento com pesos, que vinham treinando há pelo menos um ano, com uma série de 8-12 RM para cada aparelho de um circuito, não obtinham qualquer vantagem no aumento da força ou da resistência muscular ao adicionarem mais duas séries de cada exercício em sua rotina. Sua evolução nessas capacidades funcionais musculares era semelhante a de um outro grupo que manteve sua rotina de séries simples. De acordo com os autores, a vantagem comportamental na prescrição de série única reside no fato desse tipo de treino demandar menos tempo para ser cumprido e promover maior aderência dos praticantes. Ostrowski *et al.* [18] corroboraram esses achados em um grupo de praticantes de treinamento com pesos ainda mais experiente, com um a quatro anos de prática nessa modalidade. Os ganhos de força e de potência muscular de membros inferiores e superiores, assim como o ganho de massa muscular, foi semelhante entre aqueles que executavam três, seis ou 12 séries semanais de cada um dos 20 exercícios propostos pelos pesquisadores, por um período de dez semanas.

Em contraste, estudo recente de Rhea *et al.* [19], utilizando número de repetições máximas inferiores ao do presente estudo (4-8 RM), mostraram que para o exercício de *leg press* houve um aumento significativo de 1 RM de indivíduos que treinaram através de três séries em relação a uma série, e que no supino, essa diferença se aproximou do nível de significância adotado ( $P = 0,07$ ), em 12 semanas de treinamento. Estudo também recente de Paulsen *et al.* [20] apresentou resultados similares em seis semanas de treinamento. O grupo que treinou por meio de três séries de 7 RM obteve aumentos mais expressivos de força em relação ao grupo que treinou apenas uma série em três aparelhos diferentes para membros inferiores (21% vs. 14%). Essas diferenças não se reproduziram nos membros superiores. Em conjunto, esses estudos, comparados ao nosso, parecem indicar que séries múltiplas produzem respostas adaptativas melhores, desde que a intensidade seja maior que a do presente trabalho (10-12 RM vs. 4-8 RM). Ainda, os membros inferiores parecem ser mais sensíveis à manipulação do volume de treinamento. Essa sensibilidade pôde ser notada no presente estudo, embora, estatisticamente não significativo, o grupo (1S-3I) obteve ganhos superiores de 9% na (1RM) na flexão de joelho, comparado ao grupo de (3S-1I). Esses fenômenos foram parcialmente confirmados em estudo realizado com mulheres [11]. O grupo que treinou através de três séries de 6-9 RM obteve maior incremento na 1 RM de exercícios para membros inferiores e superiores que o grupo que treinou através de apenas uma série, duas vezes por semana, por seis semanas. A faixa de repetições máximas utilizadas no referido estudo pode ter sido responsável pelo contraste com relação aos achados mostrados por nós, já que ela impunha maior intensidade de trabalho.

Um aspecto importante quando analisamos os benefícios da manipulação do volume de treinamento em atletas constitui-se no fato de que, atualmente, têm se verificado um aumento no número de jogos a serem disputados pelos atletas durante a temporada o que indica a necessidade de modificações nos sistemas de preparação, reduzindo os períodos destinados ao condicionamento físico [4]. Assim, a adoção de sessões de treinamento resistidos com baixo volume, ou seja, série única, constitui-se numa estratégia bastante interessante. Vale ressaltar que, de modo geral, os estudos que investigaram os efeitos da manipulação do volume de treinamento adotaram períodos inferiores a quatro meses o que não reflete a realidade de um sistema de preparação física usualmente adotado entre os atletas.

Com base nessas informações, Kraemer *et al.* [4] investigaram os efeitos dos treinamentos com pesos empregando os regimes de treinamento periodizado e de série simples sobre o desempenho físico e composição corporal durante nove meses em tenistas colegiais. Nos primeiros quatro meses de treinamento, tanto o sistema de periodização quanto o de série simples acarretaram em aumentos nos níveis de força máxima dos membros inferiores e superiores. A partir deste período, apenas o treinamento periodizado resultou em incremento

na força constante até o nono mês do período de preparação. Esse resultado ajuda a explicar em parte a estabilização da força máxima medida pela 1-RM a partir da quarta semana de treinamento do presente estudo o qual não foi periodizado.

Analisando de forma integrada os resultados dos trabalhos supracitados, todos eles suscitam uma questão. O nível de fadiga muscular (associado ao volume de séries de treinamento) representa ou não um estímulo para o aumento da força máxima? Quanto a isso, Rooney *et al.* [21] administraram treinamentos mais fatigantes, em um grupo, através de sessões convencionais de levantamentos com pesos (6 RM), do que em outro grupo, no qual eram permitidas pausas entre as repetições. Demonstraram que o grupo que treinou sem pausas e, conseqüentemente, com maior estado de fadiga, aumentou mais acentuadamente a 1 RM do que o grupo que treinou sob condições menos fatigantes. As alterações fisiológicas agudas tidas como possíveis responsáveis pelas adaptações mais significativas sob condição de fadiga muscular seriam: maior ativação de unidades motoras, depleção de fosfagênios ou acúmulo de metabólitos como lactato e IMP [21]. Seguindo outra linha, estudo de Folland *et al.* [8] demonstrou exatamente o inverso, ou seja, que sessões mais fatigantes de treinamento resistido não configuraram melhores adaptações em termos de manifestação da força máxima. Os resultados de nosso estudo parecem se alinhar mais com Folland *et al.* [8], pois, uma das conseqüências lógicas do aumento do volume de treinamento dentro de uma única sessão, sem modificação da intensidade, seria a fadiga muscular mais expressiva.

Uma das evidências que corrobora a fadiga mais pronunciada na realização de séries múltiplas em relação à série simples foi publicada por Craig e Kang [22]. De acordo com seus resultados, a utilização de duas séries de agachamento a 75 ou a 90% da 1 RM, com três minutos de pausa entre elas, resultou em maior acúmulo de lactato sanguíneo e elevação na liberação do hormônio de crescimento (GH) do que em uma situação onde foi aplicada apenas uma série. Os mesmos padrões de respostas hormonais foram verificados por Mulligan *et al.* [23] e Gotshalk *et al.* [24]. Portanto, ao que parece, a suposta maior liberação de GH durante as sessões de treinamento com séries múltiplas no presente estudo, não resultou em vantagens para desenvolvimento de força máxima em relação aos grupos, isso se deve ao fato de que os dois grupos realizaram séries simples e séries múltiplas, tendo liberado quantidades equivalentes de (GH) nos dois grupos.

O destreinamento induzido por dez semanas de inatividade neste estudo não foi efetivo em provocar a regressão significativas, da força máxima alcançada nos quatro exercícios durante o período de treinamento de oito semanas. Esse padrão foi observado em ambos os grupos (3S-1I e 1S-3I). Porém, esses resultados estão em discordância com relação ao relato de Narici *et al.* [16], no qual a cinética de perda da força e das adaptações neuromusculares durante 40 dias de destreinamento era similar à cinética de aquisição dessas mesmas variáveis em 60 dias de treinamento contra resistência

isocinética para os extensores de joelho. As adaptações neurais registradas pela ativação eletromiográfica máxima dos músculos envolvidos no exercício constituíram a maior contribuição para o aumento da força máxima, ao passo que, durante o destreinamento, foram também as que mais sofriram prejuízos em termos de magnitude e de velocidade em função do tempo. As adaptações hipertróficas possuíam menor e mais lenta participação nos efeitos do treinamento, e também regrediam de forma menos acentuada no destreinamento.

Por outro lado, foi reportado, por Gondin *et al.* [25] que 5 semanas de destreinamento não foram suficientes para provocar regressão na força dos músculos sóleo e gastrocnêmios registradas pela ativação eletromiográfica, adquirida em 5 semanas de treinamento através de eletroestimulações neuromuscular. Assim também, de forma semelhante ao presente estudo, a 1 RM de exercícios de membros superiores não sofreu decréscimo significativo em homens que vinham treinando com pesos há pelo menos dois anos, ao interromperem os treinos por seis semanas [17]. No entanto, a manutenção dos níveis de força máxima em período de dez semanas de destreinamento nas mulheres investigadas neste estudo não é um achado comum, já que a maior parte dos trabalhos na literatura pertinente registra perdas em períodos semelhantes de inatividade [16,26,27].

## **Conclusão**

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a realização de séries múltiplas (três séries) em sessões de treinamento com pesos, parece não constituir uma vantagem comparativa na indução do aumento da força máxima em relação à realização de série simples, em mulheres jovens, treinadas por um período de oito semanas. Esse achado parece estar atrelado à escolha da intensidade dos treinos. Além disso, a interrupção do treinamento por dez semanas não parece resultar em perda substancial de força máxima, medida pela 1 RM, seja essa força induzida por sessões de séries simples ou múltiplas.

## **Referências**

1. Carpinelli RN, Otto RM. Strength training. Single versus multiple sets. *Sports Med* 1998; 26(2):73-84.
2. Colliander EB, Tesch PA. Effects of detraining following short term resistance training on eccentric and concentric muscle strength. *Acta Physiol Scand* 1992;144(1):23-9.
3. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(3):456-64.
4. Kraemer WJ, Ratamess N, Fry AC, Triplett-McBride T, Koziris LP, Bauer JA, et al. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am J Sports Med* 2000;28(5):626-33.
5. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport* 2002;73(4):485-8

6. American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(2):265-74.
7. Folland JP, Irish CS, Roberts JC, Tarr JE, Jones DA. Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. *Br J Sports Med* 2002;36(5):370-3; discussion.
8. Feigenbaum MS, Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(1):38-45.
9. Hakkinen K, Komi PV. Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 1983;15(6):455-60.
10. Staron RS, Leonardi MJ, Karapondo DL, Malicky ES, Falkel JE, Hagerman FC, et al. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *J Appl Physiol* 1991; 70(2): 631-40.
11. Schlumberger A, Stec J, Schmidtbleicher D. Single- vs. multiple-set strength training in women. *J Strength Cond Res* 2001;15(3):284-9.
12. Pollock ML. Prescribing exercise for fitness and adherence. In: R K Dishman, ed. *Exercise Adherence: Its Impacts on Public Health*. Champaign: Human Kinetics; 1988: 259-77.
13. Kraemer WJ, Koziris LP, Ratamess NA, Hakkinen K, NT TR-M, Fry AC, et al. Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *J Strength Cond Res* 2002;16(3):373-82.
14. Moritani T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *J Biomech* 1993; 26 Suppl 1:95-107.
15. Akima H, Takahashi H, Kuno SY, Masuda K, Masuda T, Shimojo H, et al. Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(4): 588-94.
16. 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(4):310-9.
17. Hass CJ, Garzarella L, de Hoyos D, Pollock ML. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(1):235-42.
18. Ostrowski KJ, Wilson GJ, Weatherby R, Murphy PW, Lyttle AD. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1997;11(1):148-54.
19. Rhea MR, Alvar BA, Ball SD, Burkett LN. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *J Strength Cond Res* 2002; 16(4): 525-9.
20. Paulsen G, Myklestad D, Raastad T. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *J Strength Cond Res* 2003;17(1):115-20.
21. Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26(9):1160-4.
22. Craig BW, Kang H-Y. Growth hormone release following single versus multiple sets of back squats: total work versus power. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1994; 8(4):270-5.
23. Mulligan SE, Fleck SJ, Gordon SE, Korizis LP, Triplett-McBride NT. Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentrations in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1996;10(4):256-62.
24. Gotshalk LA, Loebel CC, Nindl BC, Putukian M, Sebastianelli WJ, Newton RU, et al. Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Can J Appl Physiol* 1997;22(3):244-55.
25. Gondin J, Duclay J, Martin A. Neural drive preservation after detraining following neuromuscular electrical stimulation training. *Neurosci Lett* 2006;409(3):210-4.
26. Elliott KJ, Sale C, Cable NT. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med* 2002;36(5): 340-4.
27. Houston ME, Froese EA, Valeriote SP, Green HJ, Ranney DA. Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1983;51(1):25-35.