
ARTIGO ORIGINAL

Alteração da testosterona, cortisol, força e massa magra após 20 semanas como resposta a três metodologias de treinamento de força

Alteration of testosterone, cortisol, strength and lean mass after 20 weeks using three strength training methodologies

Eduardo Hippolyto Latsch Cherem*, Leonardo Chrysostomo dos Santos*, Fernando Petrocelli de Azeredo*, Rodrigo de Assunção Serra*, Cristiano Cosme Nascimento Franco de Sá*

**Laboratório de Fisiologia do Exercício, Universidade Estácio de Sá, campus Nova Iguaçu – RJ, curso de Licenciatura em Educação Física*

Resumo

O presente estudo teve por objeto observar as possíveis alterações na força, massa muscular e testosterona a partir de três metodologias de treinamento de força. Utilizou-se 30 homens; 23 anos de idade; 6 meses de treinamento. Treinamento composto por: 10 exercícios, divididos em 3 grupos: *Convencional*: 3 séries de 10 RMs, 90s de intervalo; *Circuito*: circuito na ordem: costa-peito-ombro-membro inferior; *Bi-set*: dois exercícios para o mesmo grupamento muscular, sem intervalos entre eles. Dosou-se testosterona, força muscular e composição corporal, nas semanas 0, 10^a e 20^a. Dados expressos como média e erro padrão e porcentagem. Usou-se teste “t” de Student, aceitando-se como significativo um $p < 0,05$. As maiores concentrações de

testosterona foram encontradas na 10^a semana: *Bi-set*: $869 \pm 96,6$, *Convencional*: $556,3 \pm 23,5$ e *Circuito*: $403,3 \pm 47,6$ ($p \leq 0,05$). Os aumentos mais expressivos da força ocorreram na 20^a semana na seguinte ordem: *Bi-set*: 43,1%; *Circuito*: 26,7% e *Convencional*: 26,2% ($p \leq 0,05$). A massa muscular demonstrou maiores aumentos na 20^a semana em *Circuito*: 3,6% e *Convencional*: 2,1%, mas o grupo *Bi-set* mostrou apenas um ligeiro aumento na 10^a semana (0,8%, $p \leq 0,05$). Ao final da 20^a semana de treinamento, o grupo *Bi-set* foi o que demonstrou melhor aumento na testosterona e na força muscular, mas a massa muscular apresentou maior aumento no grupo *Circuito*.

Palavras-chave: treinamento de força, testosterona, força muscular.

Recebido em 29 de abril de 2014; aceito em 25 de agosto de 2014.

Endereço para correspondência: Eduardo Hippolyto Latsch Cherem, Rua Oscar Soares, 1466, 26220-099 Nova Iguaçu RJ, E-mail: cheremehl@gmail.com

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the putative alterations on muscular strength, muscular mass and testosterone by three different strength training methodologies. 30 men, 23 years-old, 6 month of strength training experience, were randomly separated into 3 different groups. Training was consisted of the same 10 exercises divided into 3 groups: *Conventional*: 3sets of 10 RMs, 90 s of rest; *Circuit*: exercises executed in that order: back-chest-shoulder-legs. *Bi-set*: two exercises for the same muscular group without rest. Testosterone, muscular strength and body composition was evaluated at weeks, 0, 10 and 20. Data were shown as means \pm SD and percentage. Student's t-Test was used, a *p* value of less than 0.05 was considered statis-

tically significant. The greater testosterone was found in the 10th week: *Bi-set*: 869 ± 96.6 , *Conventional*: 556.3 ± 23.5 and *Circuit*: 403.3 ± 47.6 ($p \leq 0.05$). The most expressive improvement in strength was shown in the 20 week: *Bi-set*: 43.1%; *Circuit*: 26.7% and *Conventional*: 26.2% ($p \leq 0.05$). Muscular mass had the higher values in the 20th week: *Circuit*: 3.6% and *Conventional*: 2.1%, but for the *Bi-set* just a few elevation about 0.8% ($p \leq 0.05$) in the 10th week. *Bi-set* group showed the best score for a testosterone and muscular strength, but for a muscular mass, the Circuit group shown the greater score.

Key-words: strength training, testosterone, muscular strength.

Introdução

Os efeitos do treinamento de força já vêm sendo estudados há bastante tempo, especialmente seus efeitos sobre a força muscular. Dentre os motivos para a observação dos efeitos do treinamento de força muscular, está o fato desta qualidade física, a força muscular, ser reconhecida como um dos principais componentes do condicionamento físico saudável e o principal na manutenção da independência funcional, ou independência motora [1-4].

Vários autores têm demonstrado que os exercícios de força são potentes estimuladores no aumento agudo das concentrações de hormônios, especialmente da testosterona e cortisol, o que tem sido demonstrado em uma série de estudos que mostram correlações entre o volume e a força muscular e alterações nas concentrações de testosterona e cortisol, ou a razão testosterona/cortisol.

É importante observar que, embora ocorram com qualidade diferente, tais fenômenos (alteração nas concentrações de testosterona e cortisol e na relação testosterona/cortisol) são observados tanto em homes e mulheres, quanto em idosos e adultos jovens [5-14].

Inúmeros trabalhos já demonstram, com razoável propriedade, que a relação de volume, intensidade, descanso entre séries, metodologia da confecção dos programas sob métodos isocinéticos e, especialmente, sob os métodos isotônicos,

incluindo pesos livres, além de vários trabalhos terem utilizado metodologias estáticas (isometria), são fundamentais para que se obtenham os resultados esperados com o treinamento da força muscular [6,7,13,15].

De forma geral, a maior intensidade, atrelada a um menor volume, está associada à maior liberação de fatores de crescimento, que são fundamentais para a sinalização de todo processo de recuperação e de adaptação morfofisiológica ao treinamento de força. Períodos de intervalo entre séries consistindo de 30 a 45 segundos, parecem otimizar a liberação destes fatores de crescimento [9,16-18].

Por outro lado, Smilios *et al.* [10] demonstraram que um modelo de treino de força com intensidade moderada – alta repetição, para a melhoria da resistência de força, parece ser um estímulo suficiente para aumentar as concentrações de testosterona, hormônio de crescimento e cortisol em homens idosos. Estas respostas hormonais parecem ter criado um ambiente metabólico com qualidade suficiente para produzir melhorias na função muscular após o programa de resistência de força.

Apesar dos dados reportados na bibliografia, a comparação entre diferentes metodologias de treinamento de força sobre a força muscular, massa magra, massa muscular, testosterona, cortisol, relação testosterona/cortisol, dentre outros fatores não menos importantes, pode muitas vezes ficar

não muito bem elucidada, visto que os protocolos utilizados são muito variados e nem sempre mantém a mesma relação de volume-intensidade de treinamento.

A partir do exposto, o presente trabalho teve por objetivo comparar as possíveis diferenças na força muscular, massa magra, testosterona e cortisol livres e na relação testosterona/cortisol após 20 semanas de treinamento de força com mesmo volume e intensidade por meio de três metodologias de treinamento distintas.

Material e métodos

Amostra

Participaram 30 homens, com pelo menos 6 meses de experiência em treinamento de força, com idade entre 20 e 30 anos, que apresentassem porcentagem de gordura entre “bom” e “média”, segundo classificação de Pollock e Wilmore de 1993.

Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos com 10 indivíduos cada, ambos descritos a seguir.

Todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, segundo a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, órgão do Ministério da Saúde do Governo Federal do Brasil. CAAE: 15228613.8.0000.5243.

Procedimentos

Todas as medidas foram realizadas em sala climatizada com temperatura (20 a 22°C), umidade relativa do ar (entre 60 e 70%), luminosidade, ruídos e odores controlados, sempre a mesma hora, pela manhã (a partir das 07h00min).

Os indivíduos tiveram tomadas as medidas de estatura, peso, massa corporal, coleta de sangue em jejum, desjejum padrão (sanduíche de pão de forma com queijo branco e 200 ml de suco de laranja lima açúcar ou água) nova coleta de sangue após 30min e execução da rotina de treinamento nas ocasiões da coleta.

- *Antropometria:* A massa e a estatura corporal foram mensuradas segundo Norton & Olds (1996). A decomposição da massa corporal total seguiu a estimativa da densidade corporal,

como descrito por Jackson e Pollock (1978) e posterior conversão da densidade corporal em porcentagem de gordura por meio da fórmula de Siri [2].

- *Teste de força muscular:* Utilizou-se o teste de repetição máxima (1RM), como descrito por Kramer & Fry (1995). Tal teste foi realizado quatro vezes durante o período de treinamento, antes de iniciar, e a cada 4 semanas, incluindo última semana de treinamento. As avaliações tiveram por objetivo manter a intensidade relativa do treinamento, bem como para observar o ganho de força entre os grupos.
- *Coleta e análise de sangue:* Foram dosados a testosterona e cortisol livres (eletroquimioluminescência e quimioluminescência, respectivamente) por método automatizado (Roche, modelo Modular Analytics E170).

Utilizando-se luvas cirúrgicas, agulhas e seringas descartáveis, 10 ml de sangue foram coletados através de punção venosa da veia superficial do antebraço após assepsia com etanol 70%. As coletas de sangue realizadas 24h após final do período de treinamento, nos tempos 0, 4, 8, 12 semanas de treino.

Treinamento físico

Os 45 participantes foram distribuídos de forma aleatória para cada um dos três grupos descritos a seguir. Antes do início do treinamento todos os participantes realizaram aquecimento específico com 50% da carga máxima em duas séries de 15 repetições para supino reto, puxada dorsal alta e *legpress*, seguidos de 5 min de intervalo passivo.

- *Grupo convencional:* Exercícios realizados com a carga de 60% de 1RM, em 3 séries de 15 repetições com velocidade de execução dos exercícios será de 2s na fase concêntrica e 2s na fase excêntrica e intervalo de 30 a 40s, na seguinte ordem: pressão de pernas horizontal; puxada frontal aberta; adução de quadril na cadeira adutora; extensão de cotovelos na polia alta; flexão de joelhos na cadeira flexora com flexão plantar; supino; abdução de quadril na cadeira abdução; extensão dos joelhos na cadeira extensora; flexão de cotovelos na polia

alta; extensão de tornozelo no aparelho de pressão de pernas horizontal.

- *Grupo circuito*: Nesta metodologia o participante executará todos os exercícios sem intervalo (apenas na transição entre os aparelhos). Será utilizada a carga de 60% perfazendo um total de 15 repetições e com 3 passagens por esse circuito, também com velocidade de execução dos exercícios será de 2s na fase concêntrica e 2s na fase excêntrica. Com a seguinte ordem de exercícios: pressão de pernas horizontal; puxada frontal aberta; adução de quadril na cadeira adutora; extensão de cotovelos na polia alta; flexão de joelhos na cadeira flexora com flexão plantar; supino; abdução de quadril na cadeira abduzora; extensão dos joelhos na cadeira extensora; flexão de cotovelos na polia alta; extensão de tornozelo no aparelho de pressão de pernas horizontal.
- *Grupo Bi-set*: Nesta metodologia são executados dois exercícios consecutivos (sem intervalo) para cada grupamento muscular, ambos com 60% de 1RM, em 3 séries de 15 repetições e velocidade de execução aproximada de 2s na fase concêntrica e 2s na fase excêntrica. A disposição dos exercícios: remada x supino; extensão de joelhos x pressão de pernas horizontal; extensão de cotovelo x flexão de cotovelo; adução de quadril x abdução de quadril; flexão de joelhos x extensão de tornozelo no aparelho de pressão de pernas horizontal.

Tratamento estatístico

Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão da média quando representavam valores absolutos (antropometria e dosagens endócrinas) e apenas como a porcentagem de variação, quando os dados eram comparados entre a 10ª com o pré-treinamento e entre a 20ª semana, com 10ª semana e o pré-treinamento.

Para a análise de estatística inferencial foi usado Anova 2 x 2 (fator grupo e fator treino) o pacote estatístico *SPSS for Windows V.17.0*. A normalidade dos dados será testada por meio do teste Shapiro-Wilk, sendo aceito como significativo um $p \leq 0,05$.

Também foi realizada a correlação de Pearson para determinar as relações entre a força e a massa muscular com a testosterona, o cortisol e a relação testosterona/cortisol, sendo os dados expressos como "r". Por fim foi calculado o teste *t* de Student para determinar a significância de "r", para quando $p \leq 0,05$.

Resultados

Na Tabela I estão apresentados os dados da composição corporal dos grupos em média, \pm erro padrão da média, para as variáveis de massa corporal total, estatura, IMC, porcentagem de

Tabela I - Média \pm desvio padrão para as variáveis antropométricas dos grupos durante o período de treinamento.

Variável	Tempo	Grupos		
		Convencional	Circuito	Bi - Set
Massa Total	0	80,3 \pm 6,2	90 \pm 4,4	61,1 \pm 2,9
	10	81,6 \pm 6,5	89,8 \pm 4,0	62 \pm 3,0
	20	80,4 \pm 6,4	90,5 \pm 3,7	62,4 \pm 3,0
Estatura	0	1,74	1,7	1,7
	0	24,4 \pm 1,1	29,2 \pm 0,7	22,4 \pm 0,5
Índice de Massa Corporal	10	26,6 \pm 1,3	29,1 \pm 0,6	23,1 \pm 0,5
	20	26,2 \pm 1,2	29,4 \pm 0,5	22,7 \pm 0,4
Porcentagem de Gordura	0	15,9 \pm 1,9	22,2 \pm 1,9	11,2 \pm 0,5
	10	16,5 \pm 1,7	22,4 \pm 1,8	11,1 \pm 1,3
	20	15,1 \pm 1,7	20,6 \pm 1,8	11,2 \pm 1,3
Massa Corporal Magra	0	66,6 \pm 3,9	69,4 \pm 3,7	54,3 \pm 2,9
	10	67,9 \pm 4,3	70,3 \pm 3,7	53,5 \pm 4,3
	20	68,1 \pm 4,5	71,8 \pm 3,1	56,3 \pm 3,5

Massa corporal total em quilograma (kg), estatura corporal em metro (m), índice de massa corporal quilograma por metro quadrado (kg/m²) e massa corporal magra em kg.

gordura corporal massa corporal magra para os três grupos nos períodos pré-treinamento, 10^a e 20^a semanas de treinamento.

Os dados absolutos de testosterona e cortisol livres estão descritos na tabela II, onde se pode perceber que o grupo *Bi-set* apresentou a maior concentração de testosterona entre os grupos na 10^a semana de treinamento (869 ± 96,6) e a menor concentração no grupo circuito antes do início do treinamento (301,7 ± 28,9). Para o cortisol, o maior valor encontrado também foi no grupo *Bi-set*, na 10^a semana de treinamento e a menor concentração também sendo observada no grupo circuito no período anterior ao treinamento (11,7 ± 1,4).

Apesar da menor concentração de testosterona ter sido encontrada no grupo circuito antes do início do treinamento, o maior aumento percentual

foi encontrado entre o período pré-treinamento e a 10^a semana de treinamento para este mesmo grupo (33,7%) (tabela III). Por outro lado, a menor variação percentual na testosterona foi observada entre a 10^a e a 20^a semana de treinamento, com variação negativa da testosterona, numa magnitude de -5,1%.

Ainda na tabela III podemos observar que a menor variação no cortisol e na relação testosterona/cortisol foi encontrada, ambas, no grupo convencional entre o pré-treinamento e a 10^a semana de treinamento (14,1%, para o cortisol) e entre a 10^a e a 20^a semana de treinamento (-30,1%, para a relação testosterona/cortisol).

As variações entre força e massa muscular estão descritas na tabela IV, cujos resultados mais expressivos foram a variação da força entre a 10^a e a 20^a semana de treinamento para o grupo *Bi-set*

Tabela II - Valores médios (± erro padrão) para testosterona e cortisol para ambos os grupos, nos instantes pré-treinamento, 10^a e 20^a semana de treinamento.

Grupos	Testosterona			Cortisol		
	Semana					
	0	10 ^a	20 ^a	0	10 ^a	20 ^a
Convencional	522,3 ± 2,5	556,3 ± 23,5	495,7 ± 44,4	13,3 ± 2,5	15,1 ± 3,0	18 ± 2,7
Circuito	301,7 ± 28,9	403,3 ± 47,6	303 ± 69,1	11,7 ± 1,4	15,45 ± 1,8	13,9 ± 2,3
Bi - Set	671 ± 85,5	869 ± 96,6	777 ± 115,7	16,1 ± 3,8	23,8 ± 2,8	18,5 ± 0,7

p < 0,05 para todas as medidas endócrinas por grupo, quando comparado a 10^a com o pré-treinamento, a 20^a contra o pré-treinamento e contra a 10^a semana.

Tabela III - Alterações percentuais da testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol.

Grupo	Testosterona		Cortisol		Testosterona/Cortisol	
	Semana					
	10 ^a	20 ^a	10 ^a	20 ^a	10 ^a	20 ^a
Convencional	6,5	-5,1	14,1	35,7	-6,7	-30,1
Circuito	33,7	0,4	31,9	18,7	1,3	15,4
Bi - Set	29,5	15,8	47,8	15,2	-12,4	0,5

Obs: *p* < 0,05 para todas as medidas endócrinas por grupo, quando comparado a 10^a com o pré-treinamento, a 20^a contra o pré-treinamento e contra a 10^a semana

Tabela IV - Alterações percentuais da força e massa muscular.

Grupos	Força Muscular		Massa Muscular	
	Semana			
	10 ^a	20 ^a	10 ^a	20 ^a
Convencional	13,1	26,2	1,8	2,1
Circuito	17,1	26,7	1,3	3,6
Bi - Set	20,5	43,1	0,8	-1,3

p < 0,05 para todas as medidas de força e massa muscular por grupo, quando comparado a 10^a com o pré-treinamento, a 20^a contra o pré-treinamento e contra a 10^a semana.

(43,1%) e uma variação de 2,1% na massa muscular para o grupo convencional. Ao passo que os valores menos expressivos foram achados, para força muscular entre o pré-treinamento e a 10ª semana de treinamento no grupo convencional (13,1%) e na massa muscular no grupo Bi-set, entre a 10ª e a 20ª semana de treinamento (-1,3%).

As correlações da força muscular com a testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol, bem como as correlações entre a massa muscular, a testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol, estão descritas na tabela V. Para o grupo convencional, a correlação mais pronunciada foi entre a força muscular e o cortisol ($r = 0,933$, $p < 0,05$) e a correlação de menor expressão foi entre a massa muscular e a testosterona ($r = -0,048$, $p < 0,05$). As correlações para o grupo circuito de maior e menor força foram entre a força e a massa muscular e o testosterona ($r = 0,314$, $p =$ não significativo e $r = -0,139$, $p < 0,05$, respectivamente).

Tabela V - Correlações da força e da massa muscular para a testosterona, cortisol e razão testosterona/cortisol para os grupos convencional, circuito e Bi-Set.

	Testoste- rona	Cortisol	Testos- terona/ Cortisol
Convencional			
Força	-0,439	0,933	-0,952
Massa Muscular	-0,048	0,566	-0,753
Circuito			
Força	0,314*	0,802	-0,619
Massa Muscular	-0,139	0,454	-0,903
Bi - Set			
Força	0,512	0,286	0,061
Massa Muscular	0,347	0,566	-0,815

*= p não significativo. Demais comparações $p < 0,05$.

Discussão

Como os grupos apresentaram índices iniciais de força que diferiram entre si, optamos por observar o efeito das diferentes metodologias de treinamento de força muscular abordadas, método convencional (séries múltiplas, com intervalo passivo entre as séries), método circuitado (mesmo programa do método convencional, mas executado com exercícios encadeados, sem respeitar in-

tervalo passivo entre os exercícios, mas alternando grupamento antagonistas e membros superiores e inferiores) e método Bi-set (utilizaram-se os mesmos exercícios dos grupos anteriores, executando dois exercícios para o mesmo grupamento muscular de forma direta, sem intervalos).

Não encontramos na bibliografia nenhum estudo prévio que tivesse comparado as referidas metodologias, mas de qualquer forma os resultados do presente estudo apresentam o mesmo perfil de resultados encontrados em estudos prévios, que observaram as diversas adaptações do corpo humano ao treinamento de força [2,9,19, 20]. De maneira mais destacada temos o evidente aumento da força muscular, que foi mais destacado no grupo Bi-set, com um aumento percentual de 43,1% ($p < 0,05$) com relação ao estado pré-treinamento. Os demais grupos (convencional e circuito) apresentaram um aumento percentual médio na força muscular da ordem de 1,3% por semana ($p < 0,05$ por grupo para o estado pré e pós-treinamento).

Esta diferença possivelmente possa ser devido a maior resposta da testosterona ao treinamento, por este grupo apresentar as maiores dosagens plasmáticas deste hormônio (pré-treinamento: $671 \pm 85,5$, 10ª semana: $869 \pm 96,6$, 20ª semana: $777 \pm 115,7$; $p < 0,05$ entre as dosagens), uma vez que a testosterona tem positivos efeitos sobre a força muscular [6,21-23]. Ainda, os indivíduos deste grupo apresentaram uma concentração plasmática de testosterona no instante pré-treinamento significativamente maior do que seus congêneres dos demais grupos (Bi-set: $671 \pm 85,5$, convencional: $522,3 \pm 2,5$ e circuito: $301,7 \pm 28,9$; $p < 0,05$ entre grupos), o que pode caracterizar uma propensão dos indivíduos deste grupo em secretar mais testosterona em resposta ao treinamento, quando comparados com os indivíduos dos demais grupos.

Neste sentido, três pontos são importante a serem destacados, primeiramente dos 10 voluntários deste grupo, 8 apresentaram contagens de testosterona pré-treinamento muito altas; em segundo lugar todos os participantes apresentaram experiência prévia em treinamento de força de pelo menos 6 meses e no máximo de 8 meses de treinamento convencional, mas, após a seleção para o presente trabalho, passaram por mais duas

semanas de repouso passivo, para que qualquer adaptação aguda fosse revertida; por fim não foi feita nenhuma dosagem prévia para evitar alterações que os aparelhos pudessem sofrer no decorrer do tempo, desta maneira, todas as dosagens foram realizadas ao mesmo tempo. Acreditamos que uma dosagem pré-treinamento deva ser realizada em estudos futuros para que diferenças endócrinas pré-existentes possam servir como ponto de corte para estudos desta natureza.

Apesar da **força muscular e da concentração de testosterona** terem sido maiores em Bi-set, não foi observado grandes respostas na massa muscular. Na verdade ao observar o período pós-treinamento (20ª semana), pode-se constatar que houve redução da massa muscular (-1,3%, $p < 0,05$ entre a 20ª semana contra a 10ª semana e o pré-treinamento). Este efeito pode ser devido à limitação na precisão do método utilizado. A escolha do método utilizado no presente estudo (por adipometria) como descrito por Nortn & Olds (1996), que consiste em método preditivo duplamente indireto, reside na sua relativa boa confiabilidade e reprodutibilidade, mas especialmente por seu baixo custo, sua fácil aplicabilidade. Além disso, a questão da alteração da massa muscular não era o objetivo principal do presente estudo.

Outro limitador que pode explicar a resposta aparentemente desproporcional da massa muscular em relação ao ganho de força e as concentrações de testosterona e que também deveria servir de ponto de corte em estudos futuros é a concentração do tipo de fibra muscular. Sabe-se que as fibras do tipo 1 apresentam baixo potencial hipertrófico e que sua grande concentração em membros superiores, inferiores e tronco, pode mascarar o efeito que determinada metodologia de treinamento físico possa exercer sobre o componente muscular em indivíduos com composição mista [24,25].

Os presentes resultados sobre a relação testosterona, cortisol e razão testosterona/cortisol com o aumento da força e massa muscular em função do treinamento de força muscular estão em desacordo com a literatura consultada [21,26-28], que mostra de forma consistente que o treinamento de força crônico é capaz de aumentar a força e massa muscular, o que não

ficou evidente no presente estudo (tabelas III e V). A exceção do grupo circuito que demonstrou uma relação testosterona/cortisol positiva nas 10ª e 20ª semanas (1,3 e 15,4%, $p < 0,05$ contra o estado pré-treinamento), os demais (convencional e bi-set) apresentaram razões negativas (tabela III). Quando medida as correlações entre a força e a massa muscular com as alterações da testosterona, do cortisol e da relação testosterona/cortisol (tabela V), observa-se que os grupos demonstraram correlações fracas e negativas para a testosterona e fortes, embora negativas, para a força e massa muscular com a razão testosterona/cortisol (exceto para o r força-razão testosterona/cortisol para os grupos circuito, $r = -0,619$, e Bi-set, $r = 0,061$)

A testosterona não aumentou após o treinamento com série múltiplas, mas o cortisol aumentou, mesmo tendo os grupos aumentado força e massa muscular [10]. Os autores também apontaram que alterações na sensibilidade aos hormônios (aumento na expressão de seus receptores) podem atuar como fator de controle para o metabolismo dos miócitos. Desta forma, acreditamos que o aumento da força muscular, que foi positiva na 10ª semana de treinamento e continuou aumentando até a 20ª semana de treinamento (convencional=13,1 e 26,2%, circuito =17,1 e 26,7% e Bi-set =20,5 e 43,1%; $p < 0,05$ entre a 10ª semana e o pré-treino e entre a 20ª semana e a 10ª semana e o pré-treino), a princípio não poderiam ser explicadas pela alteração crônica da testosterona, que foi positiva e grande na 10ª semana para todos os grupos (convencional = 6,5%, circuito = 33,7% e Bi-set = 29,5%; $p < 0,05$ para todos os grupos contra seu estado pré-treino), mas que foi reduzida na 20ª semana (convencional = -5,1%, circuito = 0,4% e Bi-set = 15,8%; $p < 0,05$ para todos os grupos contra seu estado pré-treino), mas que poderia ter sido causada por um aumento da sensibilidade à testosterona.

Vários trabalhos têm demonstrado que o treinamento físico, especialmente o de força, causa aumento de sensibilidade à insulina. Apesar de não terem sido encontrados trabalhos que investigassem a alteração da sensibilidade à testosterona como uma resposta aguda ou crônica a qualquer tipo de treinamento físico, esse mesmo efeito devia ocorrer [29,30].

Os dados para força e massa muscular aqui apresentados estão de acordo com todos os trabalhos consultados [2,7,16,31], à medida que aumentaram em ambos os grupos, exceto para massa muscular na 20ª semana do Bi-set (tabela IV). Mesmo o não aumento crônico da massa muscular como efeito crônico do treinamento de força, mas com aumento da força muscular são dados que também encontram respaldo na literatura [9,32-36]. E a despeito de outros resultados que estão descritos no presente trabalho e que possam estar em maior ou menor grau em acordo ou desacordo com a literatura consultada, os dados de força muscular reforçam que as metodologias, convencional, circuito e Bi-set são eficientes em proporcionar as adaptações que lhes são específicas à força muscular.

Conclusão

A partir dos dados aqui apresentados, pode-se concluir que, apesar das características das amostras, a metodologia de treinamento de força muscular mais efetiva em aumentar a força muscular e a testosterona foi a metodologia do Bi-set; a metodologia em circuito foi a que apresentou resultados mais expressivos no aumento da massa muscular; a metodologia convencional (séries múltiplas) apresentou maior concentração de cortisol; e a força muscular apresentou melhor correlação com o cortisol do que com a testosterona e que a razão testosterona/cortisol foi mais expressiva no grupo convencional.

Referências

1. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64(3):1038-44.
2. ACSM. Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):975-91.
3. Brill P, Macera C, Davis D, Blair S, Gordon N. Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:412-16.
4. Chtara M, Chaouachi A, Levin GT, Chaouachi M, Chamari K, Amri M, Laursen PB. Effect of current endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *J Strength Cond Res* 2008;22(4):1037-45.
5. Tremblay, M, Copeland, J; van Helder, W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2004;96(2):531-9.
6. Hakkinen K, Pakarinen A, Newton RU, Kraemer WJ. Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77(4):312-9.
7. Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, McCormick M, Nindl BC, Volek JS, et al. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77(3):206-11.
8. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* 2000;88(1):61-5.
9. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. *Int J Sports Med* 2003;24(6):410-8.
10. Smilios I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis S. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(4):644-54.
11. Reeves G, Kraemer R, Hollander D, Clavier J, Thomas C, François M, et al. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *J Appl Physiol* 2006;101(6):1616-22.
12. Schiffer T, Schulte S, Hollmann W, Bloch W, Strüder HK. Effects of strength and endurance training on brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor 1 in humans. *Horm Metab Res* 2009;41(3):250-4.
13. Vale RGS, Oliveira RD, Pernambuco CS, Meneses PSE, Novaes JS, Andrade AFD. Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levels of IGF-1 and cortisol in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;49:343-47.
14. Monninkhof EM, Velthuis MJ, Peeters PH, Twisk JW, Schuit AJ. Effect of exercise on postmenopausal sex hormone levels and role of body fat: A randomized controlled trial. *J Clin Oncol* 2009;27(27):4492-9.
15. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibañez J, Garrues M, Antón A, Zúñiga A et al. Effects of strength

- training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 2001;90(4):1497-507.
16. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 2005;35(4):339-61.
 17. De Salle BF, Simao R, Miranda F, Novaes JS, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. *Sports Med* 2009;39:765-77.
 18. De Salles BF, Simão R, Miranda H, Bottaro M, Fontana F, Willardson JM. Strength increases in upper and lower body are larger with longer inter-set rest intervals in trained men. *J Sci Med Sport* 2010;13(4):429-33.
 19. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:555-63.
 20. Ortego AR, Dantzer DK, Zaloudek A, Tanner J, Khan T, Panwar R, et al. Effects of gender on physiological responses to strenuous circuit resistance exercise and recovery. *J Strength Cond Res* 2009;23(3):932-8.
 21. Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand* 1993;148:199-207.
 22. Foschini D, Prestes J. Respostas hormonais e imunes agudas decorrentes do treinamento de força em Bi-set. *Fitness & Performance* 2007;6(1):37-44.
 23. Cadore EL, Brentano MA, Lhullier FLR, Krue LFM. Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(1):74-8.
 24. Staron RS, Malicky ES, Leonardi MJ, Falkel JE, Hagerman FC, Dudley GA. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1990;60(1):71-9.
 25. Verdijk LB, Gleeson BG, Jonkers RAM, Meijer K, Savelberg HHC, Dendale P, et al. Skeletal muscle hypertrophy following resistance training is accompanied by a fiber type-specific increase in satellite cell content in elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2009;64(3):332-9.
 26. Busso T, Häkkinen K, Pakarinen A, Carasso C, Lacour JR, Komi PV, Kauhanen H. A systems model of training responses and its relationship to hormonal responses in elite weight-lifters. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1990;61(1-2):48-54.
 27. Bucci M, Vinagre EC, Campos GER, Curi R, Pithon-Curi TC. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *Rev Bras Ciênc Mov* 2005;13(1):17-28.
 28. Cadore EL, Brentano MA, Lhullier FLR, Krue LFM. Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(1):74-8.
 29. Ibañez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga L, Larrión JL, García-Unciti M, et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2005;28(3):662-7.
 30. Nomura T, Ikeda Y, Nakao S, Ito K, Ishida K, Suehiro T, Hashimoto K. Muscle strength is a marker of insulin resistance in patients with type 2 diabetes: a pilot study. *Endocr J* 2007;54(5):791-6.
 31. Tracy BL, Ivey FM, Hurlbut D, Martel GF, Lemmer JT, Siegel EL, et al. Muscle quality. II. Effects of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. *J Appl Phys* 1999;86(1):195-201.
 32. Abbatecola AM, Ferrucci L, Ceda G, Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, et al. Insulin resistance and muscle strength in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60(10):1278-82.
 33. Moore D, Burgomaster K, Schofield L, Gibala M, Sale D, Phillips S. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol* 2004;92(4-5):399-406.
 34. Melov S, Tarnopolsky M, Beckman K, Felkey K, Hubbard A. Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. *PLoS ONE* 2007;2(5).
 35. Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old man. *J Physiol* 2009;587(1):211-17.
 36. Salem GJ, Skinner JS, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone S, Maria A. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1510-30.
-