

TREINAMENTO CONCOMITANTE AFETA O GANHO DE FORÇA, MAS NÃO A HIPERTROFIA MUSCULAR E O DESEMPENHO DE ENDURANCE

CONCURRENT TRAINING AFFECTS STRENGTH GAIN, BUT NOT ENDURANCE OR MUSCLE HYPERTROPHY

Clodoaldo Antônio De Sá*
Marzo Edir Da Silva-Grigoletto*
Fátima Bisutti***
Vanessa da Silva Corralo****

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos do treinamento concomitante sobre a força, a hipertrofia muscular e VO_{2max} . Os voluntários realizaram 12 semanas de treinamento, três vezes por semana (Treinamento de *Endurance* - TE = 7; Treinamento de Força - TF = 8; Treinamento Concomitante - TC = 7). Os grupos TF e TC apresentaram aumentos ($p < 0,05$) na força para 1-RM e na área de secção transversal do vasto lateral da coxa. A magnitude do aumento foi maior em TF que em TC (ES = 3,73 e 1,84, respectivamente). O VO_{2max} e o tempo de teste aumentaram de forma ($p > 0,05$) em TE e TC (ES = 3,73 e 1,84, respectivamente). O TC foi eficiente para aumentar a força e a potência aeróbica do pré para o pós-teste, no entanto o ganho de força foi menor no TC que no TF.

Palavras-chave: Treinamento de resistência. Força muscular. Consumo de oxigênio.

INTRODUÇÃO

Os termos concomitante e concorrente têm sido utilizados para caracterizar o treinamento das variáveis força e *endurance* em uma mesma sessão de treinamento (BUCCI et al., 2005) ou em sessões realizadas no mesmo dia em turnos diferentes (BALABINIS et al., 2003).

Alguns pesquisadores têm referido que os treinamentos de força e *endurance* realizados concomitantemente produzem respostas de menor magnitude do que quando realizados em dias alternados (KRAEMER et al., 1995; BELL et al., 2000; LEVIN; McGUIGAN; LAURSEN,

2009; RONNESTAD; HANSEN; RAASTAD, 2012; MIKKOLA, 2012). Por outro lado, essas mesmas respostas não têm sido evidenciadas em outros estudos (GRAVELLE; BLESSING, 2000; MCCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002; HÄKKINEN et al., 2003; WONG; CHAMARI; WISLOFF, 2010).

Em princípio, as adaptações ao treinamento de *endurance*, como aumento na capilaridade, no conteúdo de mioglobina, na quantidade das enzimas oxidativas, entre outras (KLAUSEN; ANDERSEN; PELLE, 1981; SCHANTZ, 1983; TESCH; KOMI; HAKKINEN, 1987), são opostas às proporcionadas pelo treinamento de força, como aumento na secção transversa da fibra,

* Doutor. Programa de Mestrado em Ciências da Saúde da Unochapecó, Chapecó-SC, Brasil.

** Doutor. Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju-SE, Brasil.

*** Especialista. Técnica do Laboratório de Fisiologia do Exercício da Unoesc, São Miguel do Oeste-SC, Brasil.

**** Doutora. Programa de Mestrado em Ciências da Saúde e Ciências Ambientais da Unochapecó, Chapecó-SC, Brasil.

diminuição da densidade capilar, aumento da força (SCHANTZ, 1983; TAAFFE et al., 1996). Considerando esse fato, muitos pesquisadores concordam que o TC teria menores efeitos que o treinamento das variáveis força e *endurance* realizado em dias separados. Os resultados em diferentes estudos são contraditórios: enquanto alguns têm demonstrado que o TC pode retardar o desenvolvimento da capacidade aeróbia máxima e influenciar negativamente diversas adaptações ao treinamento de força (MILLET et al., 2002; GLOWACKI et al., 2004; MIKKOLA, 2012), outros têm demonstrado que o TC é tão eficiente para promover ganho de força, aumento na potência aeróbica, aumento na economia de corrida, na aptidão cardiovascular e no desempenho atlético, quanto os treinamentos de força e *endurance* realizados isoladamente (BELL et al., 2000; HICKSON, 1980; WOOD et al., 2001; BALABINIS et al., 2003).

Nader (2006), em seu estudo de revisão, apontou alguns mecanismos potencialmente interferentes no ganho de força quando força e *endurance* são treinados simultaneamente (mecanismos neurais; disponibilidade de substrato, sobretudo, glicogênio; transformações dos tipos de fibras; *overtraining* e alterações na síntese proteica). Para o autor, uma hipótese consistente envolve a ativação da proteína quinase ativada por AMP (AMPK) e a inibição do fator de alongamento eucariótico (eEF2), pelo exercício aeróbico e/ou pela alta frequência de sessões de exercício, com consequente interferência na síntese proteica.

Nenhum dos estudos aos quais tivemos acesso utilizou intervalos longos (maiores que duas a três horas) entre as sessões de treinamento de força e *endurance* no TC, o que pode afetar de diferentes maneiras as respostas ao TC. Na tentativa de minimizar os efeitos referidos anteriormente, sem descaracterizar o TC, no presente estudo, os treinamentos de

força e *endurance* foram realizados em turnos diferentes (manhã e tarde).

Apesar dos resultados contraditórios mostrados anteriormente em relação às respostas de força, hipertrofia e potência aeróbica em sujeitos submetidos ao treinamento concomitante, em muitas situações, esta constitui a única opção de treinamento. Nesse sentido, estudar as possibilidades de estruturar os programas de treinamento focados na maximização dos resultados passa pela compreensão dos mecanismos de adaptação e as respostas do organismo quando as variáveis força e *endurance* são treinadas concomitantemente. Desse modo, a manipulação de variáveis do treinamento (como o tempo de recuperação entre as sessões de treinamento no TC) pode fornecer indicadores importantes que permitam aperfeiçoar o planejamento e a periodização do treinamento. Com base nas considerações anteriores, o presente estudo objetiva avaliar os efeitos do TC sobre a força, a hipertrofia muscular e o consumo máximo de oxigênio.

MÉTODOS

Sujeitos

Foram recrutados 30 voluntários do sexo masculino que não participaram regularmente de nenhum programa de exercícios físicos nos seis meses que antecederam a coleta de dados. Todos os sujeitos foram esclarecidos acerca dos objetivos e procedimentos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Nenhum dos sujeitos recebeu tratamento farmacológico ou utilizou qualquer tipo de suplementação nos dois meses que antecederam o início da pesquisa e durante todo o período de treinamento. O projeto de pesquisa que originou o presente estudo foi desenvolvido em parceria com o *Centro Andaluz de Medicina Del Deporte (CAMD)* de

Córdoba, Espanha, e foi aprovado pelo comitê de ética em Pesquisa dessa instituição.

Os 30 sujeitos foram divididos aleatoriamente em três grupos: Treinamento de *Endurance* (TE), Treinamento de Força (TF) e Treinamento Concomitante (TC). Para garantir a homogeneidade no processo de treinamento, foram excluídos da amostra os sujeitos que faltaram a duas sessões consecutivas ou a quatro ou mais sessões ao longo do período de treinamento e que não compareceram, nas datas e nos horários previamente agendados,

(1998), que foi precedido de aquecimento geral, alongamento e aquecimento específico (20 repetições com a menor carga do aparelho, que correspondeu a menos de 20% de 1RM de todos os sujeitos). O teste foi realizado em um *leg press* 45° (Epletec®, Caxias do Sul, Brasil) e a força máxima para 1RM foi considerada como a maior carga que pôde ser movida de uma única vez e com a técnica correta de execução do movimento, partindo-se da extensão total da articulação do joelho, realizando-se uma flexão até um ângulo de 90° e retornando-se à posição

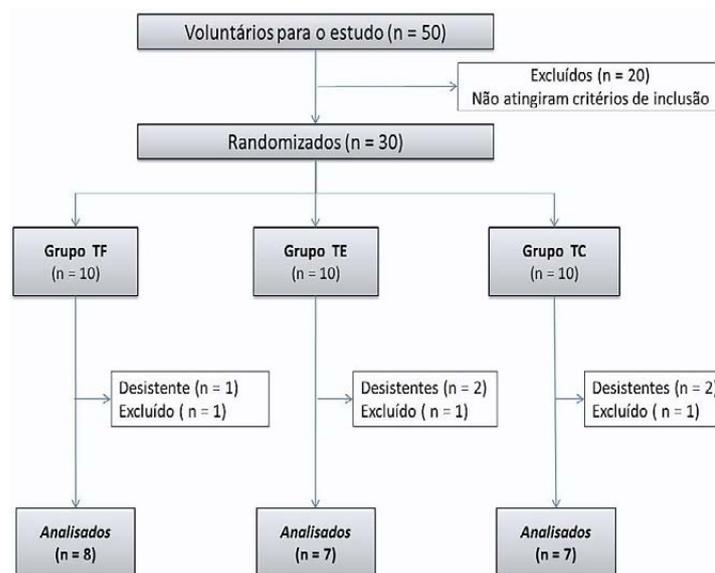


Figura 1 - Organograma do estudo.

em qualquer uma das etapas de avaliação do pré ou pós-teste. Considerando as desistências e os critérios de exclusão, conforme mostra a Figura 1, 22 sujeitos (idade = $26,50 \pm 7,12$ anos; massa corporal = $66,86 \pm 3,09$ kg; estatura = $172,91 \pm 5,50$ cm) participaram do estudo até sua conclusão (TF = 8; TE = 7 e TC = 7).

Procedimentos para coleta de dados

Avaliação da força muscular

Para a avaliação da força muscular, utilizou-se o protocolo de uma repetição máxima (1RM) descrito por Thomis et al.

inicial. Para determinação da força máxima, foram realizadas, no máximo, três tentativas e um intervalo de três minutos foi observado entre cada tentativa. Para minimizar os possíveis erros no teste força, foram utilizadas diversas estratégias, conforme descrito por Da Silva et al. (2007), em que todos os sujeitos receberam informações idênticas sobre como realizar o teste e como os dados seriam coletados. A técnica individual do exercício dos sujeitos foi monitorada e corrigida durante toda a sessão de avaliação e os sujeitos foram estimulados verbalmente durante a realização do exercício.

Teste ergométrico, avaliação da frequência cardíaca e do consumo de oxigênio

O teste ergométrico foi realizado em uma esteira rolante (Imbrasport®, ATL-1.0, Porto Alegre, Brasil), utilizando-se uma adaptação do protocolo proposto por Mader et al. (1976). O protocolo iniciou com uma velocidade de 5,4 km/h, aumentando 1,8 km/h a cada quatro minutos até a exaustão voluntária. Todos os sujeitos atingiram valores de RQ superiores a 1,12 no teste de esforço e, quando esse critério não foi atingido, o teste foi refeito ou os dados do sujeito foram excluídos da análise dos dados. A inclinação da esteira permaneceu constante durante todo o teste em 1%. Para a avaliação do consumo de oxigênio, foi utilizado o analisador de gases (Aerosport®, VO2000, Michigan, USA). As amostras de gases foram coletadas a cada respiração e, para a análise, foi considerada a média de 15 segundos. As medidas de FC foram realizadas com sensor de FC (Polar®, S610 Oy, Finland) e os dados foram registrados a cada cinco segundos. O tempo total do teste (TT) medido em minutos foi anotado para todos os sujeitos. Todas as variáveis foram coletadas nas condições de repouso, esforço e recuperação, e os procedimentos foram idênticos no pré e no pós-teste, bem como as condições ambientais (temperatura: 21-24°C; umidade relativa do ar: 45-55%).

Medida da área de secção transversal do vasto lateral da coxa

A avaliação da área de secção transversal do vasto lateral da coxa (ASTVL) foi realizada por meio de um aparelho de ultrassonografia digital-3D (General Electric®, Voluson 730, Fairfield, CT, USA). Todos os procedimentos foram realizados com os sujeitos em decúbito dorsal e as medidas foram realizadas no músculo vasto lateral da coxa direita na porção distal

(porção inferior da coxa, cinco centímetros acima da borda superior da patela). O resultado da medida da ASTVL foi registrado como a média entre três medidas realizadas de formas não consecutivas e com uma variação menor que 5% entre elas.

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas foram padronizadas (*International Society for the Advancement of Kinanthropometry - ISAK*) e, para o cálculo do percentual de gordura (%G) e da massa corporal magra (MMC), foi utilizado o protocolo de Jackson e Pollock (1978).

Protocolo de coleta de dados

Todos os sujeitos realizaram, uma semana antes do início da coleta de dados, um protocolo de familiarização, em que todos os procedimentos, exceto a mensuração da área de secção transversal do músculo, foram experimentados pelos mesmos. Na data agendada para a avaliação, cada sujeito chegou ao laboratório entre oito e nove horas da manhã e permaneceu por um período de 15 minutos sentado para adaptar-se ao ambiente do laboratório e, em seguida, realizou a medida da ASTVL e o teste de 1RM. Após um período de dois dias, todos os sujeitos retornaram ao laboratório sob as mesmas condições e realizaram o teste de esforço em esteira rolante. Esse procedimento foi idêntico no pré e no pós-teste. A cada sessão (TF, TE e TC) ao longo das 12 semanas de treinamento, cada sujeito foi questionado acerca de sintomas de fadiga crônica ou de *overtraining* e os dados foram registrados nas fichas de acompanhamento de treinamento.

Treinamento de força

O programa de treinamento de força (Tabela 1) foi dividido em quatro fases: a) adaptação (microciclo-A); b) básica: aumento

de volume de treinamento (microciclos-B₁ e B₂); c) carga: ênfase no aumento da intensidade (microciclos-C₁, C₂ e C₃); e d) desempenho: ênfase no aumento de volume (microciclos-D₁ e D₂) e na intensidade (microciclo-D₃) de treinamento. O ajuste da carga foi feito de maneira que cada indivíduo utilizasse a maior carga possível para o número de repetições prescritas, considerando uma velocidade de execução de, aproximadamente, três segundos (1,5 segundos para cada fase, concêntrica e excêntrica) e um intervalo de um minuto e 30 segundos entre as séries. Foram realizados 13 exercícios, envolvendo, direta ou indiretamente, todos os grupos musculares. Os exercícios na sua respectiva ordem de execução foram: 1) puxada por trás no puxador (polia alta); 2) remada sentado no puxador (polia baixa); 3) peitorais no voador; 4) *leg press* 45°; 5) rosca alternada; 6) agachamento; 7) adução de pernas na cadeira adutora; 8) peitorais no voador; 9) peitorais no supino reto; 10) flexão de pernas na mesa flexora; 11) desenvolvimento lateral com alteres; 12) abdução de pernas na cadeira abductora; e 13) tríceps no puxador (roldana alta).

Tabela 1 - Planejamento do treinamento de força realizado três vezes por semana durante 12 semanas.

Fase	Mi-cro-ciclo(s)	Séries	Repetições
Adaptação (A)	A	1	15
Desenvolvimento 1 (B)	B ₁	2	15
	B ₂	3	15
Desenvolvimento 2 (C)	C ₁	2	15
		1	6 – 10
	C ₂	1	15
		2	6 – 10
	C ₃	1	15
		1	10
Estabilização (D)	D ₁	1	6
		1	15
		1	10
	D ₂	2	6
		1	15
		2	10
D ₃ *	2	6	
	2	15	

* Microciclo repetido quatro vezes.

Treinamento de endurance

O TE foi realizado em uma pista de atletismo e a prescrição do treinamento foi realizada individualmente. A intensidade de treinamento foi prescrita como um percentual da FC_{máx} obtida no teste de esforço e variou de 65 a 85% da FC_{máx} (Tabela 2). O monitoramento da FC durante as sessões de treinamento foi realizado individualmente, por meio de um sensor de frequência cardíaca (Polar®, S610 Oy, Finland).

Tabela 2 - Planejamento do treinamento de *endurance*, realizado com uma frequência de três vezes por semana durante 12 semanas. As intensidades referem-se a percentuais da frequência cardíaca máxima obtida em teste de esforço em esteira rolante.

Semana	Intensidade (%)	Duração da sessão (min)
1	65	20
2	65	25
3	70	25
4	70	25
5	70	30
6	70	30
7	75	30
8	75	35
9	75	35
10	80	35
11	80	35
12	85	35

Treinamento concomitante

Constituiu-se do somatório dos treinamentos de força e *endurance*, conforme descrito anteriormente, realizados em turnos alternados. O programa de treinamento concomitante foi estruturado, buscando-se minimizar a hipótese de fadiga aguda (DOCHERTY; SPORER, 2000) associada ao fenômeno de interferência (CHROMIAK; MULVANEY, 1990). Considerando que a resposta no treinamento de força pode ser afetada pela fadiga residual resultante do TE, o TC, em nosso estudo, foi realizado em dois turnos (matutino e vespertino) com um intervalo mínimo de sete e, no máximo, de sete horas e meia entre as sessões. Assim, o treinamento de força iniciou às oito horas da manhã e o treinamento de *endurance* às 17 horas, sendo tolerado um atraso máximo de 30 minutos para o início da sessão.

Análise estatística

Procedimentos de estatística básica foram utilizados para cálculo das médias e dos desvios padrões. O teste de Shapiro-Wilks foi utilizado para avaliar anormalidade da amostra. Para as comparações dos valores médios entre pré e pós-teste entre os grupos, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, o teste de *post hoc* de Bonferroni. Também foram calculados os tamanhos dos efeitos (*effectsize*) para variáveis pareadas, conforme proposto por Rhea (2004), assumindo-se a seguinte classificação: efeito insignificante: < 0,5; pequeno: de 0,5 a 1,25; moderado: 1,25 a 1,9; e grande: igual ou maior que 2,0. Para todos os procedimentos, foi utilizado o pacote estatístico SPSS® versão 20.0 para Windows®.

RESULTADOS

As variáveis antropométricas, fisiológicas ou de *performance* analisadas no presente estudo não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) entre os grupos TF, TE e TC no pré-teste, indicando que os grupos foram homogêneos em relação a esses parâmetros no início do treinamento (Tabela 3 e Figuras 2 e 3).

Na Figura 2, são apresentados os dados de força para 1RM, ASTVL, $VO_{2máx}$ e TT. A análise dos *effectsizes* (RHEA, 2004) mostrou que o TF teve um grande efeito sobre a força para 1RM e a ASTVL (ES = 3,73 e 2,96, respectivamente) e praticamente nenhum efeito sobre o $VO_{2máx}$ (ES = 0,08) e o TT (ES = 0,05). O TC teve um efeito apenas moderado sobre a força muscular (1RM - ES = 1,84); no entanto, teve um grande efeito sobre a ASTVL (ES = 2,86), $VO_{2máx}$ (ES = 2,63) e TT (ES = 2,30). Os

efeitos do TC sobre $VO_{2m\acute{a}x}$ e o TT foram maiores que os efeitos do TE (TC-ES = 2,63 e 2,30; TE-ES = 1,19 e 1,16, respectivamente). O TF afetou de forma insignificante o $VO_{2m\acute{a}x}$ e o TT (ES = 0,08 e 0,05, respectivamente).

A Figura 3 mostra a variação percentual da força para 1RM, ASTVL, $VO_{2m\acute{a}x}$ e TT do pré para o pós-teste para os grupos avaliados (TF, TE e TC). Tanto o TF quanto o TC aumentaram significativamente ($p < 0,05$) a força para 1RM e a ASTVL (TF = 38,33 e 21,44%; TC = 25,41 e 17,47%, respectivamente). A comparação da magnitude do aumento da ASTVL entre TF e TC não evidenciou diferenças significantes entre grupos ($p < 0,05$); por outro lado, o ganho de força foi significativamente maior ($p < 0,05$) no TF, comparado ao TC (3,33 contra 25,41%).

Conforme mostra a Figura 3, o $VO_{2m\acute{a}x}$ e o TT aumentaram significativamente do pré para o pós-teste ($p < 0,05$), tanto no grupo TE, quanto no TC (TE = 14,43 e 13,78%; TC = 16,13 e 14,14%, respectivamente), e a análise de variância não evidenciou diferenças significantes ($p > 0,05$) entre esses grupos em relação à magnitude dessas alterações. Os aumentos no $VO_{2m\acute{a}x}$ e no TT foram significativamente menores no grupo TF em relação a TE e TC ($p < 0,05$).

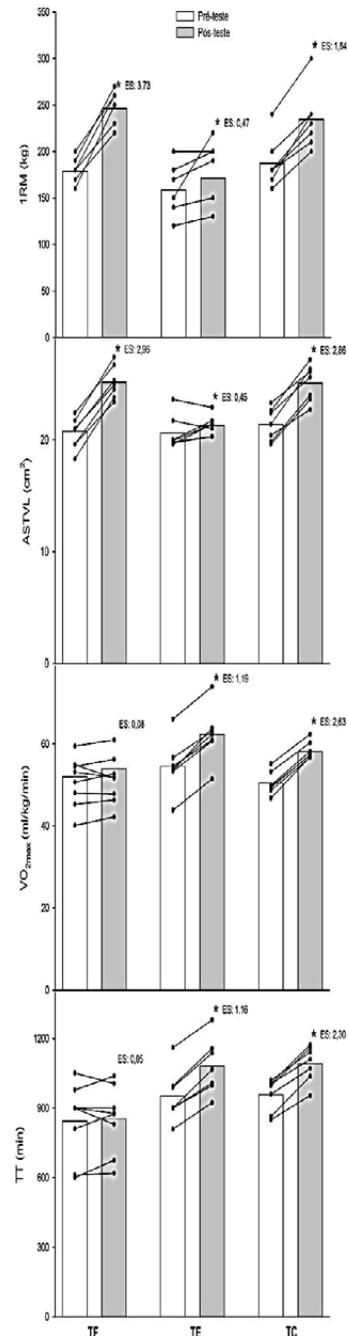


Figura 2 - As barras do gráfico representam os valores médios para as variáveis: força muscular (1RM), área de secção transversal do vasto lateral da coxa (ASTVL), consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) e tempo de teste (TT) no pré e pós-teste para os grupos de treinamento de força (TF), treinamento de *endurance* (TE) e treinamento concomitante (TC). As linhas representam os comportamentos dessas mesmas variáveis para cada um dos sujeitos em cada um dos grupos.

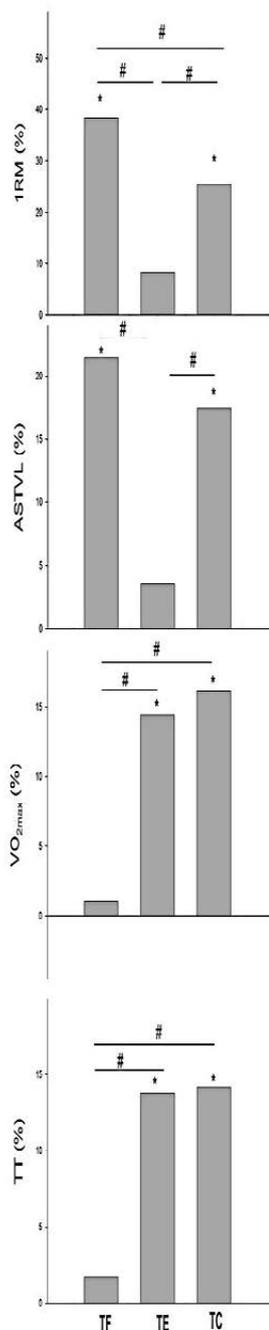


Figura 3 - Percentual de alteração observado entre pré e pós-teste para as variáveis: força muscular (1RM), área de secção transversal do vasto lateral da coxa (ASTVL), consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e tempo de teste (TT), nos grupos de treinamento de força (TF), treinamento de *endurance* (TE) e treinamento concomitante (TC). *Diferenças estatisticamente significantes entre pré e pós-teste ($p < 0,05$).#Diferenças estatisticamente significantes entre grupos no pós-teste ($p < 0,05$)

As variáveis antropométricas massa corporal (MC), percentual de gordura (%G) e massa corporal magra (MCM) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) do pré para o pós-teste para os grupos TF, TE e TC (Tabela 3).

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi o fato de que doze semanas de treinamento foram eficientes para produzir adaptações positivas na força e na potência aeróbica, tanto quando essas variáveis foram treinadas em dias separados, como também quando foram treinadas concomitantemente. Embora os aumentos na força muscular tenham sido significantes do pré para o pós-teste, tanto no grupo TF, quanto no TC (38,78 e 27,19%, respectivamente), o ganho de força foi maior no TF, sugerindo que o TC afetou negativamente o ganho de força muscular.

Os resultados publicados na literatura nos últimos anos em relação às respostas de força e *endurance* ao TC têm sido contraditórios. Se, por um lado, pesquisadores têm encontrado resultados contrários aos deste estudo (HÄKKINEN et al., 2003; WONG; CHAMARI; WISLOFF, 2010; MCCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002; GLOWACKI et al., 2004), outras pesquisas têm corroborado os resultados aqui apresentados (KRAEMER et al., 1995; BELL et al., 2000; HICKSON, 1980; NELSON et al., 1990; NADER, 2006).

Em nosso estudo, o menor ganho de força no TC em relação ao TF (ES = 1,95 e 2,87, respectivamente), mostrado na Figura 2, e a diferença no aumento da força para 1-RM do pré para o pós-teste, mostrado na Figura 3 (TC= 38,78%; TF= 27,19%), podem ter ocorrido em função das características de volume e intensidade dos protocolos utilizados. Esse

Tabela 3 - Valores de média e desvio padrão para as variáveis: massa corporal, percentual de gordura e massa corporal magra (MCM) no pré e pós-teste para os grupos de treinamento de força (TF), treinamento de *endurance* (TE) e treinamento concomitante (TC).

Variável	TE		TF		TC	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Massa Corporal (kg)	66,86 ± 3,09	65,50 ± 2,60	74,21 ± 4,60	75,26 ± 4,74	71,53 ± 4,57	70,67 ± 3,88
Percentual de Gordura	15,07 ± 2,93	13,37 ± 2,51	18,21 ± 3,43	17,75 ± 3,45	12,25 ± 3,84	10,12 ± 2,77
MCM (kg)	56,80 ± 3,64	56,97 ± 3,17	60,69 ± 4,49	62,40 ± 5,07	62,70 ± 2,30	63,56 ± 2,58

fato pode ser evidenciado quando comparamos nossos dados com o estudo de Häkkinen et al. (2003), os quais utilizaram frequência de duas vezes por semana. Esses autores não evidenciaram diferenças no ganho de força e na hipertrofia muscular entre TF e TC e inferiram que seus dados não suportavam a hipótese da interferência do TC no ganho de força. No entanto, Häkkinen et al. (2003) postularam em suas conclusões que programas de TC com maiores frequências e volumes do que aqueles utilizados em seu estudo, como no caso da presente pesquisa, poderiam evidenciar interferências no ganho de força. De fato, nossos dados corroboram as considerações desses autores.

Nader (2006), em um estudo de revisão, propôs que os mecanismos envolvidos na inibição do ganho de força com o TC poderiam abranger componentes neurais, mudança do perfil do tipo de fibra muscular, alterações na síntese proteica, disponibilidade de substratos e *overtraining*. A partir dos resultados apresentados neste estudo e considerando as características do modelo de TC utilizado, podemos inferir que a disponibilidade de substratos e o *overtraining* não foram os fatores responsáveis pelo menor ganho de força quando as variáveis força e *endurance* foram treinadas no mesmo dia. Essa hipótese pode ser corroborada pelo fato de que nenhum

dos sujeitos estudados manifestou sintomas de fadiga crônica ou *overtraining* (redução no desempenho ou incapacidade de realizar o treinamento prescrito, insônia, dor muscular persistente por mais de 24 horas, entre outros) durante a realização do estudo. Esse fato nos dá indícios importantes de que os mecanismos que podem estar associados ao menor ganho de força no TC são os componentes neurais, a mudança do perfil do tipo de fibra muscular e as alterações na síntese proteica, conforme proposto por Nader (2006).

Se, por um lado, o TC afetou o ganho de força, por outro, não afetou o aumento da ASTVL. Uma explicação plausível para a resposta semelhante em relação à hipertrofia muscular entre TF e TC parece estar relacionada às adaptações produzidas nas fibras tipo I, especialmente em resposta ao treinamento aeróbico no TC. Häkkinen et al. (2003), mesmo utilizando uma frequência menor de treinamento (duas vezes por semana), encontraram respostas semelhantes no aumento da área das fibras tipo I e tipo II quando os sujeitos realizaram TF e TC ao longo de 21 semanas.

A resposta ao TE encontrada nesse estudo, em que a progressão do volume e da intensidade foi ajustada gradativamente ao longo de 12 semanas, tanto para TE quanto

para TC, pode estar associada a adaptações centrais (cardiovasculares) típicas desse tipo de treinamento (DAUSSIN et al., 2008). Desde um ponto de vista de saúde e qualidade de vida, principalmente em função da redução do risco para doenças degenerativas, a natureza dessas adaptações é altamente desejada nessa população.

A semelhança entre a magnitude dos aumentos no tempo de teste e no VO_{2max} entre o grupo que realizou TE e o que realizou TC (ES= 1,09 e 1,73, respectivamente), mostrados na Figura 2, indicam que o TC não prejudicou a potência aeróbica máxima. Além disso, os dados do presente estudo proporcionam evidências de que, no modelo de TC utilizado, a fadiga aguda ou crônica, como referida por Docherty e Sporer (2000), não prejudicou as adaptações ao treinamento aeróbico no grupo que realizou TC comparado ao de TE.

Ao contrário do que acontece com atletas de alto rendimento, a pequena diferença no ganho de força mostrada neste estudo entre o grupo que realizou TC e o que realizou somente TF não constitui uma razão para não utilizar o TC. Mesmo com um menor ganho de força no TC, ainda assim, esse tipo de treinamento produziu aumentos consideráveis na força muscular (Figura 2).

No que se refere aos resultados da massa corporal, percentual de gordura e MCM, mostrados na Tabela 03, dois aspectos podem ter contribuído para que não houvesse diferenças para essas variáveis entre pré e pós-

teste: o primeiro refere-se ao fato de que os percentuais de gordura dos sujeitos da amostra foram relativamente baixos no pré-teste nos três grupos analisados – TF, TE e TC ($15,07 \pm 2,93$; $18,21 \pm 3,43$ e $12,25 \pm 3,84\%$, respectivamente), e o segundo, ao período de treinamento, em que as 12 semanas de tratamento não foram suficientes para produzir efeitos significativos sobre os parâmetros analisados. No entanto, cabe salientar que, considerando o volume total de trabalho, supõe-se que o gasto energético no TC seja bastante superior aos treinamentos de força e *endurance* isolados, o que, a longo prazo, pode afetar de forma importante a composição corporal.

Em conclusão, as 12 semanas de TF, TE ou TC não foram suficientes para produzir efeitos importantes sobre os parâmetros antropométricos. O TC produziu aumentos na força e na potência aeróbica de modo bastante semelhante aos treinamentos de força e *endurance* realizados separadamente. No entanto, o ganho de força foi afetado negativamente no TC.

Agradecimentos

Programa Interno de Bolsas de Iniciação Científica e Fundo de Amparo à Pesquisa da Universidade do Oeste de Santa Catarina (PIBIC/FAPE-UNOESC)

Clínica Mulher Integral: Pela parceria realizada com o Grupo de Pesquisa, viabilizando a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of concurrent training on strength, muscle hypertrophy and VO_{2max} of males. Volunteers underwent 12 weeks of training three times a week (Endurance Training –ET, n = 7; Strength Training –ST, n = 8; Concurrent Training –CT, n = 7). The ST and CT groups showed increases ($p < 0.05$) in the 1-RM strength and in cross-sectional area of the *vastuslateralis* of thigh. The magnitude of the increases was higher in ST than in CT (ES = 3.73 and 1.84, respectively). The VO_{2max} and the test time increased ($p > 0.05$) in ET and CT (ES = 3.73 and 1.84, respectively). CT was efficient to produce increases in strength and aerobic power from the pre- to post-test; however, strength gain was lower in CT than in ST.

Keywords: Resistance training. Muscle strength. Oxygen consumption.

- BALABINIS, C. P. et al. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, New York, v. 17, no. 2, p. 393-401, 2003.
- BELL, G. J. et al. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, no. 5, p. 418-427, 2000.
- BUCCI, M. et al. Efeitos do treinamento concomitante: hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2005.
- CHROMIAK, J. A.; MULVANEY, D. R. A review: the effects of combined strength and endurance training on strength development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, New York, v. 4, no. 2, p. 55-60, 1990.
- DA SILVA, M. E. et al. Influence of vibration training on energy expenditure in active men. **Journal of Strength Conditioning Research**, New York, v. 21, no. 2, p. 470-475, 2007.
- DAUSSIN, F. N. et al. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: Relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. **American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 295, no. 1, p. 264-272, 2008.
- DOCHERTY, D.; SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 30, no. 6, p. 385-394, 2000.
- GLOWACKI, S. P. et al. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, no. 12, p. 2119-2127, 2004.
- GRAVELLE, B. L.; BLESSING, D. L. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. **Journal of Strength Conditioning Research**, New York, v. 14, no. 1, p. 5-13, 2000.
- HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, no. 1, p. 42-52, 2003.
- HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 45, no. 2-3, p. 255-263, 1980.
- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 91, no. 1, p. 161-168, 1978.
- KLAUSEN, K.; ANDERSEN, L. B.; PELLE, I. Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training e detraining. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 113, no. 1, p. 9-16, 1981.
- KRAEMER, W. J. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 78, no. 3, p. 976-989, 1995.
- LEVIN, G. T.; MCGUIGAN, M. R.; LAURSEN, P. B. Effect of concurrent resistance and endurance training on physiologic and performance parameters of well-trained endurance cyclists. **Journal of Strength Conditioning Research**, New York, v. 23, no. 1, p. 2280-2286, 2009.
- MADER, A. et al. Zur Beurteilung der portartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. **Sportarzt Sportmed**, [S.l.], v. 27, no. 80-88, p. 109-112, 1976.
- MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 34, no. 3, p. 511-519, 2002.
- MIKKOLA, J. et al. Neuromuscular and cardiovascular adaptations during concurrent strength and endurance training in untrained men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 33, no. 9, p. 702-710, 2012.
- MILLET, G. P. et al. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO₂ kinetics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 34, no. 8, p. 1351-1359, 2002.
- NADER, G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 38, no. 11, p. 1965-1970, 2006.
- NELSON, A. G. et al. Consequences of combining strength and endurance training regimens. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 70, no. 5, p. 287-294, 1990.
- RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, New York, v. 18, no. 4, p. 918-920, 2004.
- RÖNNESTAD, B. R.; HANSEN, E. A.; RAASTAD, T. High volume of endurance training impairs adaptations to 12 weeks of strength training in well-trained endurance athletes. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 112, no. 4, p. 1457-1466, 2012.
- SCHANTZ, P. Capillary supply in heavy-resistance trained non-postural human skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v. 117, no. 1, p. 153-155, 1983.
- TAAFFE, D. R. et al. Comparative effects of high- and low-intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. **Clinical Physiology**, Oxford, v. 16, no. 4, p. 381-392, 1996.
- TESCH, P. A.; KOMI, P. V.; HÄKKINEN, K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. **International Journal of Sports Medicine (Supplement)**, Stuttgart, v. 8, no. 1, p. 66-69, 1987.
- THOMIS, M. A. et al. Strength training: importance of genetic factors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 30, no. 5, p. 724-731, 1998.
- WONG, P. L.; CHAMARI, K.; WISLÖFF, U. Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among u-14 young soccer players. **Journal of Strength Conditioning Research**, New York, v. 24, no. 3, p. 644-652, 2010.

WOOD, R. H. et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, no. 10, p. 1751-1758, 2001.

Recebido em 15/04/2013

Revisado em 22/08/2013

Aceito em 31/08/2013

Endereço para correspondência: Clodoaldo Antônio De Sá - Rua Uruguai, 333-E - Apto. 304 - Centro
CEP 8980-570 – Chapecó - SC
e-mail: clodoaldo.de.sa@hotmail.com