

## Treinamento concorrente: *Endurance* x Força

### Concurrent training: *Endurance* vs. Strength

SILVA E, BIANCHI TT, FREITAS WZ, SPOSITO LAC, SILVA FF, SOUZA RA, LOPES CR. Treinamento concorrente: *Endurance* x Força. **R. bras. Ci. e Mov** 2018;26(4):181-190.

**RESUMO:** Os efeitos do treinamento concorrente (TC) têm sido investigados desde a década de 80. Contudo, ainda existem muitas controvérsias sobre o seu efeito crônico. O objetivo deste estudo foi analisar trabalhos que compararam o comportamento de variáveis relacionadas à morfologia e a *performance* após a realização do TC. Para tal, foram selecionados 26 artigos no PubMed, SciELO, LILACS e no Google Acadêmico que estudaram seu efeito crônico em seres humanos adultos. Após análise dessas pesquisas verificou-se que as amostras utilizadas foram em ambos os sexos, com um quantitativo de 12 a 50 voluntários. O período de treinamento variou entre 7 e 21 semanas com uma frequência semanal de 2 a 6 dias por semana. Nenhum dos estudos utilizou dieta específica ou relataram o uso de suplementação pelos participantes durante as intervenções. Em relação aos tipos de treinamento observou-se que o TC é capaz de proporcionar uma manutenção ou melhora da composição corporal, reduzindo o percentual de gordura e aumentando a massa magra. O mesmo ocorreu em relação ao  $VO_{2max}$ , assim como o treinamento de *endurance*. Em relação à força máxima, todos os estudos apresentaram um aumento significativo após a realização do TC e do Treinamento de Força (TF), mas em altas velocidades, como na potência, em alguns casos apenas houve a manutenção dos valores iniciais para o TC e o aumento no TF. Embora o TC possa não ser compatível com o desenvolvimento da potência, quando se discute seus benefícios relacionados à saúde, ele se mostrou eficaz.

**Palavras-chave:** Treinamento de resistência; Força muscular; Composição corporal.

**ABSTRACT:** The effects of concurrent training (CT) have been investigated since the 1980s. However, there are still many controversies about its chronic effect. The purpose of this research was to analyze studies comparing the behavior of variables related to morphology and performance after CT. For that, 26 articles were selected in PubMed, SciELO, LILACS and in Google Scholar that studied its chronic effect in adult humans. After analyzing these studies, it was verified that the samples used were in both sexes, with a quantitative of 12 to 50 volunteers. The training period ranged from 7 to 21 weeks with a weekly frequency of 2 to 6 days per week. None of the studies used a specific diet or reported the use of supplementation by participants during interventions. Regarding the types of training, it was observed that the CT is capable of maintaining or improving body composition, reducing fat percentage and increasing lean mass. The same occurred in relation to  $VO_{2max}$ , as well as endurance training. Regarding the maximum force, all the studies presented a significant increase after the accomplishment of the CT and the Strength Training (ST), but in high speeds, as in the power, in some cases only the initial values were maintained for the CT and the increase in ST. Although CT may not be compatible with the development of potency, when discussing its health-related benefits, it has been shown to be effective.

**Key Words:** Resistance training; Muscle strength; Body composition.

Elisângela Silva<sup>1</sup>  
Thales Teixeira Bianchi<sup>1</sup>  
Wagner Z. de Freitas<sup>1</sup>  
Letícia A. C. Sposito<sup>2</sup>  
Fabiano F. da Silva<sup>1</sup>  
Renato A. de Souza<sup>1</sup>  
Charles Ricardo Lopes<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

<sup>3</sup>Universidade Metodista de Piracicaba

<sup>4</sup>Faculdade Adventista de Hortolândia

## Introdução

Segundo a Agência Nacional de Saúde Suplementar<sup>1</sup>, o treinamento de força e *endurance* são capazes de promover tanto benefícios físicos como mentais na saúde em homens e mulheres.

Para que se obtenham esses benefícios, a *American College of Sports Medicine* (ACSM)<sup>2</sup> recomenda que os adultos devem acumular durante a semana no mínimo 150 minutos de exercícios de *endurance* com uma intensidade moderada, ou 75 minutos com uma intensidade vigorosa, ou ainda a combinação das duas, de três a cinco dias por semana, acrescido da realização de exercícios de força que envolvam exercícios multiarticulares, duas ou mais vezes por semana.

A literatura vem discutindo há algum tempo a realização do treinamento de *endurance* e força em uma mesma sessão ou em sessões distintas no mesmo dia<sup>3,4,5,6</sup>. Este procedimento é denominado de treinamento concorrente<sup>7,8,9,10</sup>.

Segundo Villar<sup>11</sup>, uma palavra sinônima de “concorrente” seria “adversário”, que significa “que ou o que, [...], se opõe a; antagonista, opositor”. Portanto, pode-se entender por treinamento concorrente, um treinamento de capacidades biomotoras que se opõem, gerando possíveis adaptações antagônicas produzidas pelo treinamento destas capacidades<sup>12,8,13</sup>.

Segundo Nader<sup>14</sup> esta concorrência gera o “efeito da interferência”, que pode ocorrer devido ao sobretreinamento quando o volume é dobrado, ou seja, quando é somado o treinamento de *endurance* com o de força<sup>7</sup>, e ainda a partir das sinalizações intracelulares distintas ocorridas durante o treinamento das diferentes capacidades biomotoras<sup>4</sup>.

Para Karavirta *et al.*<sup>15</sup>, este “efeito da interferência” parece comprometer os ganhos de força muscular. Mas, em contrapartida Mikkola *et al.*<sup>16</sup> e Cantrell *et al.*<sup>17</sup> destacam que o treinamento concorrente pode proporcionar uma melhora na capacidade cardiorrespiratória e na força.

Diferentes mecanismos têm sido identificados e propostos como principais responsáveis ou colaboradores pelas limitações nas adaptações do músculo esquelético no desenvolvimento da força durante o TC. Esses mecanismos podem ser de ordem celular, disponibilidade de substratos energéticos, curso temporal pós-exercício agudo, e alterações na síntese proteica<sup>18</sup>. Do ponto de vista molecular, o exercício de *endurance* aumenta preferencialmente a síntese proteica desencadeada pela biogênese mitocondrial, enquanto que o treinamento de força de alta intensidade aumenta preferencialmente pela síntese proteica miofibrilar<sup>19,20</sup>. Além disso, com a experiência de treinamento, essas mudanças se tornam cada vez mais específicas ao longo do tempo<sup>21</sup>. No entanto, quando combinados, as pesquisas indicam que a regulação da iniciação da tradução através da via de sinalização PI3K-AKT-mTOR é prejudicada quando o treinamento de força é realizado após o exercício de *endurance* devido a depleção de glicogênio oriunda do treinamento de *endurance*<sup>22,23</sup>. Além disso, enquanto o treinamento de força aumenta a síntese de proteica miofibrilar até 72 horas após uma sessão de treinamento de alta intensidade<sup>24</sup>, o exercício *endurance* de intensidade moderada atua imediatamente inibindo o Eef2 responsável por aumentar a síntese proteica e mantém essa inibição durante a duração da atividade<sup>25</sup>.

Diante da importância desta temática e das controvérsias que a cercam, o objetivo desta revisão bibliográfica é mostrar estudos que compararam o comportamento de variáveis relacionadas à morfologia e *performance* após um treinamento de *endurance* e/ou força com o treinamento concorrente.

## Materiais e métodos

A revisão de literatura foi realizada nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed, SciELO, LILACS e no sítio eletrônico do Google Acadêmico. Foram utilizados apenas artigos originais publicados em inglês, espanhol e português. Realizou-se também um rastreamento manual das citações nos artigos selecionado. Os artigos pesquisados compreendem o período de 1980 até novembro de 2014.

Para seleção dos artigos fez-se uso dos unitermos no título e/ou no resumo: “*endurance*” ou “*aerobic*”, e “*resistance*” ou “*strength*”, e “*concurrent training*” e das suas devidas traduções para a língua portuguesa.

Como filtro, foram utilizados somente os artigos com seres humanos adultos (de 19 a 40 anos), independentemente do sexo, atletas e não atletas, saudáveis e que não usavam nenhum tipo de recurso ergogênico.

Ainda, como critérios de seleção, foram levantados os artigos que estudaram o efeito crônico do TC, com no mínimo quatro semanas de duração e uma frequência mínima de duas vezes por semana. Nesta revisão os programas de treinamento foram descritos em relação ao tipo de exercício, volume, intensidade, frequência semanal e duração. As variáveis analisadas foram: morfologia - composição corporal e área de secção transversa (AST); *performance* -  $VO_{2m\acute{a}x}$  ou  $VO_{2pico}$ , tempo de exaustão, força máxima (1RM); pico de torque; e potência.

Foram encontrados 154 artigos. Destes, 26 enquadravam-se nos critérios de seleção e foram utilizados para compor o quadro comparativo de resultados frente ao TC. Apenas 5 artigos utilizaram como amostra sujeitos atletas, nos demais a amostra foi composta por indivíduos não atletas.

### *Treinamento concorrente e sua influência na performance*

Apesar do primeiro estudo referente à influência do TC sobre a força muscular ter sido publicado em 1980 por Hickson<sup>5</sup>, em 1979 MacDougall e seus colaboradores<sup>18</sup> relataram em sua pesquisa que um treinamento de força com duração de seis meses foi capaz de reduzir significativamente o volume mitocondrial.

A difusão desta informação fez com que muitos corredores acreditassem que o treinamento de força poderia ser prejudicial ao desempenho de *endurance* e passassem a evitar acrescentar em suas rotinas de treinamento, exercícios que expressassem qualquer tipo de variação da força<sup>19,20</sup>.

Segundo Heyward<sup>21</sup>, a redução do volume mitocondrial ocorre devido ao aumento desproporcional das proteínas contráteis em comparação com as mitocôndrias. Estudos subsequentes ao de MacDougall *et al.*<sup>18</sup>, concluíram que o treinamento da força não afeta negativamente a potência aeróbia, além de demonstrarem que esse tipo de exercício é capaz de promover o aumento da densidade capilar, que por sua vez eleva o potencial para remover o lactato produzido pelos músculos durante os exercícios de força, principalmente os com características hipertróficas<sup>22,23,16,24</sup>.

Esses estudos ajudaram a desmistificar a crença que treinamento de força prejudicaria a potência aeróbia.

Entretanto, desde a publicação de Hickson<sup>5</sup>, o qual descreveu que o treinamento de *endurance* poderia interferir no desenvolvimento da força de sujeitos ativos praticantes de esportes recreativos, muitos pesquisadores passaram a buscar a reprodução desses resultados. As pesquisas de Dudley e Djamil<sup>25</sup> e Kraemer *et al.*<sup>26</sup> encontraram resultados semelhantes aos de Hickson<sup>5</sup> no desenvolvimento da potência, ou seja, identificaram uma interferência negativa de exercícios de *endurance* nesta capacidade física. Inicialmente esse resultado foi justificado pelo desenvolvimento de uma fadiga residual. Mas, como todos os grupos estudados mantiveram o mesmo volume de treinamento, o sobretreinamento, não poderia ter ocorrido somente no grupo que realizou o treinamento concorrente.

Em adição, estudos mais recentes, como os de Abernethy e Quigley<sup>27</sup>, Hakkinen *et al.*<sup>13</sup>, Mikkola *et al.*<sup>16</sup> e Sá *et al.*<sup>28</sup> que utilizaram em suas amostras indivíduos não atletas, apontaram aumento significativo na força tanto no grupo que realizou somente o treinamento de força quanto no grupo que realizou o treinamento concorrente.

Na tabela 1, encontram-se os resultados de morfologia e *performance* dos estudos relacionados ao treinamento concorrente, e na tabela 2 a descrição dos protocolos desses estudos.

**Tabela 1.** Respostas adaptativas relacionadas a morfologia e a performance após a realização de treinamentos de força, endurance e concorrente.

Autor(es)	Grupo	Morfologia									Tempo de exaustão	Força máxima	Pico de torque	Potência **				
		Composição corporal						AST *										
		Massa magra			Massa ou % de gordura			AST *										
		F	E	C	F	E	C	F	E	C					F	E	C	F
1. Hickson (1980)	NA				↔	↓	↓				↔	↑	↑					
2. Dudley e Djamil (1985)	NA										↔	↑	↑			↑	↔	↑
3. Nelson et al. (1990)	NA								↑	↑	↑	↔	↑	↔		↑	↔	↑
4. Sale et al. (1990)	NA											↑	↑	↑				
5. Abernethy e Quigley (1993)	NA										↔	↑	↑			↑	↑	↑
6. Hennessy e Watson (1994)	A				↓	↓	↓				↔	↑	↑			↑	↔	↔
7. Kraemer et al. (1995)	NA								↑	↔	↑	↔	↑	↑		↑	↔	↔
8. McCarthy et al. (1995)	NA	↑	↔	↑							↔	↑	↑		↑	↔	↑	↑
9. Bell et al. (1997)	A e NA										↔	↑			↑			
10. Johnston et al. (1997)	A	↔	↔	↔	↔	↔	↔				↔	↑			↔	↑		
11. Dolezal e Potteiger (1998)	NA	↑	↔	↑	↓	↓	↓				↔	↑	↔		↑	↔	↑	
12. Bell et al. (2000)	NA								↑	↔	↑	↔	↑	↑		↑	↔	↑
13. McCarthy, Pozniak, e Agre (2002)	NA								↑	↔	↑							
14. Millet et al. (2002)	A										↔	↔			↔	↑		↑
15. Balabinis et al. (2003)	A				↓	↓	↓				↑	↑	↑		↑	↔	↑	↑
16. Hakkinen et al. (2003)	NA				↔		↓	↑			↑	↔	↑		↑			
17. Glowacki et al. (2004)	NA	↑	↔	↑	↔	↓	↓				↔	↑	↔		↑	↑	↔	↔
18. Kraemer et al. (2004)	NA				↔	↓	↓										↑	↔
19. Shaw, Shaw e Brown (2009)	NA	↑		↑									↑		↑			
20. Shaw e Shaw (2009)	NA				↔	↓	↓				↑	↑	↑					
21. Mikkola et al. (2012)	NA				↔	↔	↓	↑	↑	↑	↔	↔	↑		↑			↑
22. Silva et al. (2012)	NA												↑		↑	↑		↑
23. Souza, E. et al. (2012)	NA										↔	↑	↑		↑	↔	↑	
24. Jones et al. (2013)	NA										↔		↑			↑	↔	
25. Sá et al. (2013)	NA	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↑	↔	↑	↔	↑	↑		↑	↔	↑	
26. Souza et al. (2014)	NA							↑	↔	↔	↔	↑	↑		↑	↔	↑	

**Legenda:** NA = não atletas; A = atletas; AST = área de secção transversa; F = força; E = endurance; C = concorrente; \* Fibra do tipo II; \*\* Teste de Wingate ou teste de Impulsão Vertical; = aumento significativo para p<0,05 ou 0,01; = redução significativa para p<0,05 ou 0,01; = manutenção dos valores iniciais.

**Tabela 2.** Descrição dos protocolos dos estudos relacionados aos efeitos adaptativos do treinamento de força, *endurance* e concorrente.

Autor(es)	Amostras	Protocolos de Treinamento				
		Período/ Frequência semanal	GF	GE	GC	
				TF e TE	Tempo entre TF e o TE	
1. Hickson (1980)	n=23; homens (n=17) e mulheres (n=6); idade média de 22 anos	10 semanas; 5 dias/ semana	5 séries de 5 repetições (3 dias/semana) e 3 séries de 5 repetições (2 dias/semana); 80% de 1RM	Contínuo: corrida (2 dia/semana); 30 a 40 min. na maior velocidade possível; intervalado: cicloergômetro (3 dias/semana); 5 tiros de 5 min.; recuperação de 2 min.	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 2 horas TE
2. Dudley e Djamil (1985)	n=32; homens (n=8) e mulheres (n=14); idade média de 22,8 anos	7 semanas; 3 dias/ semana para GF e GE; 6 dias/semana para GC.	2 séries de 30 seg.; extensão do joelho; isocinético; 4,19 rad <sup>-1</sup>	Intervalado: cicloergômetro; 5 tiros de 5 min.; 5 min. de recuperação; 60 rpm	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 24 horas TE
3. Nelson et al. (1990)	n=14; homens; idade média de 27,7 anos	20 semanas; 4 dias/ semana	3 séries de 6 repetições; extensão do joelho; 30°/seg.	Contínuo: cicloergômetro; 70 a 85% da FC <sub>máx</sub> ; 30 a 60 min.	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 10 min. TE
4. Sale et al. (1990)	n=16; homens (n=8); mulheres (n=8)	22 semanas; 3 dias/ semana	6 séries de 15 a 20 repetições; leg press	Intervalado: cicloergômetro; 5 tiros de 3 min.; 90 a 100% do VO <sub>2máx</sub> ; 1 min. de recuperação	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 2 min. TE
5. Abernethy e Quigley (1993)	n=15; homens (n=9); mulheres (n=6); idade média de 25,7 anos	7 semanas; 3 dias/ semana	Dinamômetro isocinético; 2 séries; máximo de repetições em 30 seg.; velocidade 4,16 rad.sec <sup>-1</sup> ; extensão e flexão do cotovelo	Intervalado: ergômetro de braço; 5 tiros de 5 min.; 5 min. de recuperação; 100 rpm	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 2 horas TE
6. Hennessy e Watson (1994)	n=41; homens; idade média de 23,9 anos	8 semanas; 3 dias/ semana para o GF; 4 dias/ semana para o GE; 5 dias/ semana para o GC	2 a 6 séries; 1 a 25 repetições; 65 a 100% de 1RM; 7 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida; 70% da FC <sub>máx</sub> ; 20 a 60 min. Intervalado: corrida; 15 a 35 min.	1º dia: corrida contínua e na sequência treinamento de força; 2º dia: corrida intervalada; 3º dia: treinamento de força e na sequência corrida contínua; 4º dia corrida contínua; 5º dia: treinamento de força	-----
7. Kraemer et al. (1995)	n=16; homens; idade média de 22,9 anos	12 semanas; 4 dias/ semana	3 a 5 séries; 10 a 5 RM; exercícios para os membros superiores e inferiores	Intervalado: corrida; 200 m.; 90 a 100% VO <sub>2máx</sub> ; 100 a 800 m. de recuperação.	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 5 a 6 horas TE
8. McCarthy et al. (1995)	n=30; homens	16 semanas; 3 dias/ semana	4 séries de 5 a 6 RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: cicloergômetro; 50 a 70% FC <sub>reserva</sub> ; 50 min.	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após > 5 min. TE
9. Bell et al. (1997)	n=36; homens (n=22); mulheres (n=14); idade média de 23,1 anos	16 semanas; 3 dias/ semana	2 a 6 séries; 2 a 10 RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores	-----	O mesmo treinamento do GF acrescido de TE - 2 dias contínuo; remo ergômetro; 30 a 40 min.; FC do limiar ventilatório; 1 dia intervalado; 5 a 8 séries de 3 min.; 3 min. de recuperação; 90% VO <sub>2máx</sub>	TE logo após o TF
10. Johnston et al. (1997)	n=12; mulheres; idade média de 30,3 anos	10 semanas; 4 a 5 dias/ semana	-----	Contínuo: corrida; 4,8 a 6,4 km/semana.	O mesmo treinamento do GE acrescido de um TF de 2 a 6 séries de 6 a 20 repetições máximas; exercícios para os membros inferiores e superiores	TF e após 5 horas TE
11. Dolezal e Potteiger (1998)	n=30; homens; idade média de 20,1 anos	10 semanas; 3 dias/ semana	3 séries; 4 a 15 RM; 12 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida; 65 a 85% da FC <sub>máx</sub> ; 25 a 40 min.	O mesmo treinamento do GF e do GE	TE logo após o TF
12. Bell et al. (2000)	n=45; homens (n=27) e mulheres (n=18); idade média de 22,3 anos	12 semanas; 3 dias/ semana para GF e GE; 6 dias/semana para GC.	2 a 6 séries; 4 a 12 repetições; carga de 72 a 94% de 1RM; 9 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: cicloergômetro; 30 a 42 min.; limiar ventilatório (1 dia/semana); intervalado: cicloergômetro; 4 a 7 tiros de 3 min.; recuperação ativa de 3 min. (2 dias/semana)	O mesmo treinamento do GF e do GE	TF e após 24 horas TE
13. McCarthy, Pozniak, e Agre (2002)	n=30; homens; idade média de 27,2 anos	10 semanas; 3 dias/ semana	3 séries de 5 a 7 RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: cicloergômetro; 70% FC <sub>reserva</sub> ; 50 min.	O mesmo treinamento do GF e do GE	10 a 20 min. alternando entre o TF e o TE
14. Millet et al. (2002)	n=15; homens; idade média de 22,9 anos	14 semanas	-----	Contínuo: 19,1 km/semana de natação; 215,5 km/ semana de ciclismo; 46 km/semana de corrida	O mesmo treinamento do GE acrescido de um TF em 2 dias/semana; 3 a 5 séries de 3 a 5 repetições a 90% de 1RM; 6 exercícios para os membros inferiores	TE logo após o TF
15. Balabinis et al. (2003)	n=26; homens; idade média de 22,4 anos	7 semanas; 4 dias/ semana	1 a 5 séries; 3 a 40 repetições; carga de 40 a 95% de 1RM; 4 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida; 8 km a 70% da FC <sub>máx</sub> (1ª semana); intervalado: 2 a 10 tiros de 10 a 500 m.; 30 a 60 seg. de recuperação	O mesmo treinamento do GF e do GE (TE pela manhã)	TE e após 7 horas TF

**Legenda:** GF = grupo que realizou somente o treinamento de força; GE = grupo que realizou somente o treinamento de *endurance*; GC = grupo que realizou o treinamento concorrente; TF = treinamento de força; TE = treinamento de *endurance*.

**Continuação da Tabela 2.** Descrição dos protocolos dos estudos relacionados aos efeitos adaptativos do treinamento de força, *endurance* e concorrente.

Autor(es)	Amostras	Protocolos de Treinamento				
		Período/ Frequência semanal	GF	GE	GC	
				TF e TE	Tempo entre TF e o TE	
16. Hakkinen et al. (2003)	n=27; homens; idade média de 37,5 anos	21 semanas; 2 dias/ semana para GF e 4 dias/ semana para GC	3 a 5 séries; 3 a 21 repetições; carga de 50 a 80% de 1RM; 6 a 7 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida ou cicloergômetro; 30 min.; abaixo do limiar aeróbio (7 primeiras semanas); corrida ou cicloergômetro; 90 min.; abaixo do limiar aeróbio (7 últimas semanas/1 dia/semana.); intervalado: corrida ou cicloergômetro; 45 a 60 minutos; abaixo e acima do limiar aeróbio (8ª a 21ª semana)	O mesmo treinamento do GF acrescido de um TE em 2 dias/semana	TF e após 24 horas TE
17. Glowacki et al. (2004)	n=41; homens; idade média de 23,3 anos	12 semanas; 3 dias/ semana - par e 2 dias/ semana - impar para GF e GE. Para GC: 5 dias/semana	3 séries; 6 a 10 repetições; 75% a 80% de 1RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida; 20 a 40 min.; 65 a 80% da FC <sub>reserva</sub>	O mesmo treinamento do GF e do GE (semana impar: TF 3 dias e TE 2 dias; semana par: TF 2 dias e TE 3 dias)	TF e após 24 horas TE
18. Kraemer et al. (2004)	n=35; homens; idade média de 23 anos	12 semanas; 4 dias/ semana	2 a 5 séries; 5 a 25 RM; 8 a 10 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida; 40 min.; 70 a 80% do VO <sub>2máx</sub> (2 dias/semana); intervalado: corrida; 100 a 400 metros; 90 a 100% do VO <sub>2máx</sub> (1 dia/ semana); tempo de recuperação proporcional ao tempo de estímulo (1:4 até 1:0,5)	O mesmo treinamento do GF e do GE	TE e após 5 a 6 horas TF
19. Shaw, Shaw e Brown (2009)	n=38; homens; idade média de 25,3 anos	16 semanas; 3 dias/ semana	3 séries; 15 repetições; 60% de 1RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores	-----	TF: 2 séries; 15 repetições; 60% de 1RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores acrescido do exercício contínuo de <i>endurance</i> em esteira, cicloergômetro ou remo; 22 min.; 60% da FC <sub>max</sub> .	TF logo após o TE
20. Shaw e Shaw (2009)	n=50; homens; idade média de 25,3 anos	16 semanas; 3 dias/ semana	3 séries; 15 repetições; 60% de 1RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: esteira, cicloergômetro ou remo; 45 min.; 60% da FC <sub>max</sub>	TF: 2 séries; 15 repetições; 60% de 1RM; 8 exercícios para os membros superiores e inferiores acrescido do exercício contínuo de <i>endurance</i> em esteira, cicloergômetro ou remo; 22 min.; 60% da FC <sub>max</sub> .	TF logo após o TE
21. Mikkola et al. (2012)	n=44; homens; idade média de 37,3 anos	21 semanas; GF e GE 2 -dias/ semana; GC - 4 dias/ semana	2 a 5 séries; 3 a 15 repetições; 50 a 80% de 1RM; 7 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: cicloergômetro; 30 a 90 min.; abaixo do limiar aeróbio; intervalado: 45 a 60 min.; abaixo e acima do limiar aeróbio	O mesmo treinamento do GE e do GF	TF e após 24 horas TE
22. Silva et al. (2012)	n=44; mulheres; idade média de 22,9 anos	11 semanas; 2 dias/ semana	2 a 3 séries; 8 a 15 RM; 7 exercícios para os membros superiores e inferiores	-----	O mesmo treinamento do GF acrescido de 20 a 30 min. de corrida ou ciclismo contínuo; 95% da FC encontrada no 2º limiar ventilatório; intervalado: 1 min. vVO <sub>2máx</sub> ; 1 min. de recuperação	TF e após 2 min. TE
23. Souza, E. et al. (2012)	n=37; homens; idade média de 23,7 anos	8 semanas; 2 dias/ semana	3 a 5 séries; 6 a 12 RM; 3 exercícios para os membros inferiores	Intervalado: 15 a 20 tiros de 60 seg.; recuperação de 45 a 90 seg.; 80 a 100% do vVO <sub>2máx</sub>	O mesmo treinamento do GF e do GE. Iniciando-se pelo TF em um dia e no outro pelo TE	TF e após 5 min. TE
24. Jones et al. (2013)	n=24; homens; idade média de 25 anos	6 semanas; 3 dias/ semana	5 séries; 6 repetições; 60 a 80% de 1RM; movimento de extensão do joelho; treinamento unilateral	-----	O mesmo treinamento do GF acrescido de 30 min. realizando o movimento de extensão do joelho de 30 a 60% de 1RM; um movimento por segundo	TF logo após o TE
25. Sá et al. (2013)	n=30; homens; idade média de 26,5 anos	12 semanas; 3 dias/ semana	1 a 3 séries; 6 a 15 RM; 13 exercícios para os membros superiores e inferiores	Contínuo: corrida; 20 a 35 min.; 65 a 85% FC <sub>máx</sub>	O mesmo treinamento do GF acrescido do treinamento do GE	TF e após 7 horas TE
26. Souza et al. (2014)	n=37; homens; idade média de 26,1 anos	8 semanas; 2 dias/ semana	3 a 5 séries; 6 a 12 RM; 3 exercícios para os membros inferiores	Intervalado: 15 a 20 tiros de 60 seg.; intervalo de 45 a 90 seg.; 80 a 100 do vVO <sub>2máx</sub>	O mesmo treinamento do GF e do GE. Iniciando-se pelo TF em um dia e no outro pelo TE	TF e após 5 min. TE

**Legenda:** GF = grupo que realizou somente o treinamento de força; GE = grupo que realizou somente o treinamento de *endurance*; GC = grupo que realizou o treinamento concorrente; TF = treinamento de força; TE = treinamento de *endurance*.

Os estudos descritos nas tabelas 1 e 2 apresentaram amostras de ambos os sexos, com um quantitativo de 12 a 50 voluntários. O período de treinamento variou entre 7 e 21 semanas com uma frequência semanal de 2 a 6 dias por

semana. Os protocolos do grupo que realizaram o treinamento de força isolado (GF) consistiram de 2 a 6 séries de 5 a 40 repetições máximas ou a partir dos 50% de 1RM. Enquanto que os protocolos de grupo *endurance* (GE) foram constituídos de corrida ou pedalagem com duração de 20 a 60 minutos a uma intensidade de 65 a 100%vVO<sub>2máx</sub>. Nenhum dos estudos utilizou dieta específica ou relataram o uso de suplementação pelos participantes durante as intervenções. Analisando os principais achados da tabela 1, tem-se em relação à morfologia, que dos 11 estudos nos quais se analisou o percentual de massa de gordura, 9 apresentaram uma redução significativa ( $p < 0,05$  ou  $0,01$ ) para o grupo que realizou o treinamento concorrente (GC), e 8 para os sujeitos GE, enquanto que os indivíduos do GF somente obtiveram resultado similar em 3 estudos. Uma particularidade do único estudo que obteve redução do percentual de gordura somente no grupo TC é que, além de ser o trabalho com o maior tempo de intervenção (21 semanas), este grupo treinou durante 4 dias da semana, enquanto que os demais treinaram somente dois.

A massa magra foi mensurada em 6 trabalhos, e em 5 foi observado um aumento dessa variável para os GF e GC, enquanto que o GE manteve seus valores iniciais em todos os estudos. Para Arazi *et al.*<sup>29</sup>, a redução do percentual de gordura dos sujeitos que realizam um TC pode estar relacionada ao aumento da taxa metabólica basal, proporcionada pelo aumento da massa muscular ou pelo aumento da intensidade do exercício de *endurance*<sup>9</sup>, a qual é capaz proporcionar maiores aumentos na atividade da 3-hidroxiacil-CoA desidrogenase, uma enzima essencial na beta-oxidação<sup>30</sup>.

Quanto a AST, 8 pesquisas verificaram sua possível alteração. Nos grupos que realizaram o TF, 100% obtiveram aumento significativo para esse parâmetro e 88% para os grupos que realizaram o TC, enquanto que somente 28,6% apresentaram esse mesmo resultado para os grupos que utilizaram o TE.

Segundo Dudley e Fleck<sup>31</sup> e Chromiak e Mulvaney<sup>32</sup>, uma explicação para que 88% e não 100% dos estudos tenham apresentado um aumento da AST para os GC, pode ser devido a aumentos das fibras do Tipo I, com decréscimos concomitantes do percentual de fibras do Tipo II. Contudo, Bell *et al.*<sup>12</sup>, McCarthy, Pozniak e Agre<sup>8</sup> e Souza *et al.*<sup>33</sup> não encontraram alterações na fibra do Tipo I após a realização do TC. Essas informações controversas podem ser advindas da diversidade dos protocolos utilizados nas pesquisas. Quanto aos trabalhos que apresentaram um aumento na AST para os GE, Mikkola *et al.*<sup>16</sup> relatam que até mesmo o treinamento de *endurance* realizado isolado é capaz de gerar este resultado e que atletas de ciclismo podem apresentar uma pequena mais significativa hipertrofia nos músculos dos membros inferiores (2%). Uma razão para isto pode ser que os níveis de força moderados produzidos pela ação do pedalar são suficientes para induzir a adaptações hipertróficas.

Dentre as variáveis apresentadas nesse estudo relacionadas à *performance*, pode-se observar na tabela 1 que o VO<sub>2máx</sub> ou o VO<sub>2pico</sub> foi mensurado em 21 dos 26 trabalhos analisados e que em 76,2% desses verificou-se aumentos significativos nesse componente de *endurance* para os grupos que realizaram o TC e o TE. Esta variável foi avaliada ainda em 19 estudos compostos por grupos que realizaram o TF. Destes, 84,2% mantiveram os níveis pré-intervenção, enquanto que somente 15,8%, ou seja, apenas 3 estudos apresentaram um aumento significativo para nesse parâmetro. Em nenhum estudo foi observada uma redução significativa dos valores do VO<sub>2máx</sub> ou o VO<sub>2pico</sub> após a intervenção.

Dentre os componentes da *endurance* destacados nos trabalhos e utilizados nesta revisão tem-se também o tempo de exaustão. Somente 3 estudos o utilizaram. Os resultados mostraram que todos os grupos que realizaram o TC e o TE aumentaram o tempo de exaustão significativamente. Entre os estudos que aplicaram o TF somente em um o tempo de exaustão aumentou.

Visto que nos estudos utilizados neste artigo, tanto o TE como o TC proporcionaram aumento significativo para VO<sub>2máx</sub> ou no VO<sub>2pico</sub> e no tempo de exaustão, parece que a adição de exercícios força em uma rotina de treinamento não prejudica o aumento de potência aeróbia<sup>13</sup>. Isto está de acordo com o conceito de que a circulação central é o fator predominante limitador da capacidade aeróbia máxima durante exercícios que envolvem grandes

grupos musculares. Apesar do treinamento de força levar a mudanças periféricas que poderia ser considerado antagônico ao desenvolvimento da capacidade aeróbia<sup>34</sup>. Em adição, Yamamoto *et al.*<sup>24</sup> destacam que o TF realizado concomitantemente com o TE é capaz de proporcionar uma melhora na *performance* de corredores de longa distância.

Os resultados apresentados na tabela 1, mostraram que em 3 estudos os grupos que realizaram somente o TF obtiveram um aumento no  $VO_{2máx}$ , assim como os grupos que realizaram o TE e o TC. Uma particularidade destes estudos foi à utilização de séries com um número de repetições elevadas (15 - 40) e conseqüentemente com uma menor intensidade. Esses resultados corroboram com Docherty e Sporer<sup>3</sup> e Mikkola e seus colaboradores<sup>16</sup>, os quais relataram em 2012 que o tipo de adaptação fisiológica do condicionamento aeróbio é dependente da intensidade do treinamento. Treinamento de menor intensidade está associado com alterações nos mecanismos cardiopulmonares, e que assim como Yamamoto *et al.*<sup>24</sup>, descrevem que o aumento da intensidade de treinamento parece aumentar a adaptação de componentes periféricos tais como a capilarização muscular.

Em relação aos achados relacionados à interferência do TC na força muscular, 19 estudos avaliaram a força máxima, 7 o pico de torque e 8 a potência. Todos os estudos que mensuraram a força apresentaram um aumento significativo nessa variável para os grupos que realizaram o TC e o TF, enquanto que em somente 2 trabalhos esse resultado foi observado para os grupos que utilizaram o TE. Para o pico de torque e a potência verificaram-se os seguintes resultados: 100% dos grupos que realizaram o TF aumentaram significativamente os valores de ambas variáveis e, entre os que realizaram o TC, 72% aumentaram o pico de torque e 50% a potência. Para os que realizaram somente o TE, observou-se um aumento significativo no pico de torque em 2 dos 5 estudos que avaliaram esse parâmetro e apresentaram este grupo. Na potência, os grupos que realizaram o TE, obtiveram um aumento significativo em 2 estudos. Em nenhum dos estudos descritos na tabela 1 ocorreu uma redução significativa nos indicadores de *performance* da força muscular.

Diante desses resultados podemos sugerir que o treinamento de força realizado conjuntamente com o treinamento de *endurance* pode proporcionar um significativo aumento da força máxima, assim como relatado por diversos autores<sup>34,35,36,37,28</sup>. No entanto, quando analisamos o pico de torque, parece que o TC é capaz de influenciar negativamente quando este é avaliado em velocidades consideradas rápidas ( $> 1.68 \text{ rad.s}^{-1}$ ), produzindo assim, efeitos semelhantes nos resultados de testes que mensuram a potência muscular<sup>25,27,38,16</sup>. Como visto anteriormente e reforçado por Ide *et al.*<sup>4</sup>, quando os treinamentos de força e resistência são realizados simultaneamente, uma potencial, por vezes pequena, interferência na força e conseqüentemente na potência pode ser observada. Tal interferência pode ser ocasionada por alterações na síntese de proteínas contráteis induzidas pelo treinamento de *endurance*, ou por outros fatores que ainda permanecem desconhecidos.

### Conclusões e perspectivas futuras

Em conclusão, a partir desta revisão podemos supor que a interferência na morfologia e na *performance* provocada pelo treinamento de *endurance* e força, realizados concomitantemente, é dependente do volume, da intensidade, da frequência semanal do treinamento destas variáveis e do tempo entre a sessão de *endurance* e força.

Como este artigo buscou apenas relatar os resultados de pesquisas que compararam o comportamento de variáveis relacionadas à morfologia e à *performance* após um treinamento denominado concorrente, sugere-se que outras revisões investiguem os mecanismos pelos quais a força e a *endurance* se complementam ou concorrem entre si.

### Referências

1. Agência Nacional de Saúde Suplementar. Manual técnico de promoção da saúde e prevenção de riscos e doenças na saúde suplementar. Rio de Janeiro. ANS; 2009.

2. American College of Sports Medicine. Concurrent strength and *endurance* training: from molecules to man. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 1965-70.
3. Docherty D, Sporer B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med Open.* 2000; 30: 385-94.
4. Ide BN, *et al.* Treinamento de força versus treinamento de *endurance* existe compatibilidade? *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.* 2010; 4: 263-269.
5. Hickson RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and *endurance*. *Eur J Appl Physiol.* 1980; 45: 255-263.
6. Schumann M, Walker S, Izquierdo M, Newton RU, Kraemer WJ, Häkkinen K. The order effect of combined *endurance* and strength loadings on force and hormone responses: effects of prolonged training. *Eur J Appl Physiol.* 1980; 114: 255-263.
7. Fleck S, Kraemer W. *Designing Resistance Training Programs* Pudsey. Human Kinetics. 2014.
8. McCarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and *endurance* training. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 511-9.
9. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, Loenneke JP, Anderson JC. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2012; 26: 2293-307.
10. MacNeil LG, Glover E, Bergstra TG, Safdar A, Tarnopolsky MA. The order of exercise during concurrent training for rehabilitation does not alter acute genetic expression, mitochondrial enzyme activity or improvements in muscle function. *PLoS One.* 2014: 109189.
11. Villar MS, Houaiss A. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.* Rio de Janeiro: Objetiva; 2009.
12. Bell GJ, Syrotaik D, Martin TP, Burnham R, Quinney HA. Effect of concurrent strength and *endurance* training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur J Appl Physiol.* Berlin. 2000; 8: 418-427.
13. Häkkinen K, *et al.* Neuromuscular adaptations during concurrent strength and *endurance* training versus strength training. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 89: 42-52.
14. Nader GA. Concurrent strength and *endurance* training: from molecules to man. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 1965-70.
15. Karavirta L, *et al.* Effects of combined *endurance* and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. *Scand J Med Sci Sports.* 2011; 2: 402-11.
16. Mikkola J, Rusko H, Izquierdo M, Gorostiaga M, Häkkinen K. Neuromuscular and cardiovascular adaptations during concurrent strength and *endurance* training in untrained men. *Int J Sports Exerc Med.* 2012; 33: 702-10.
17. Cantrell GS, Schilling BK, Paquette MR, Murlasits Z. Maximal strength, power, and aerobic *endurance* adaptations to concurrent strength and sprint interval training. *Eur J Appl Physiol.* 2014; 114: 763-71.
18. MacDougall JD, Sale DG, Moroz JR, Elder GC, Sutton JR, Howald H. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* Madison. 1979; 11: 164-6.
19. Burd NA, Tang JE, Moore DR, and Phillips SM. Exercise Training and Protein Metabolism: Influences of Contraction, Protein Intake, and Sex-based differences. *J Appl Physiol.* 2009; 106: 1692-1701.
20. Hawley JA. Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible? *J Appl Physiol Nutr Metab.* 2009; 34: 355-361.
21. Heyward VH. *Avaliação Física e Prescrição de Exercício: Técnicas Avançadas.* Porto Alegre: Artmed; 2013.
22. Creer A, Gallagher P, Slivka D, Jemiolo B, Fink W, and Trappe S. Influence of muscle glycogen availability on ERK1/2 and Akt signaling after resistance exercise in human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2005; 99: 950-956.
23. Fleck SJ. Periodized Strength Training: A Critical Review. *J Strength Cond Res.* 1999; 13: 82-89.
24. Yamamoto LM, Lopez RM, Klau JF, Casa DJ, Kraemer WJ, Maresh CM. The effects of resistance training on *endurance* distance running performance among highly trained runners: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2008; 22: 2036-44.
25. Dudley GA, Djamil R. Incompatibility of *endurance* and strength training modes of exercise. *J Appl Physiol.* 1985; 59: 1446-51.
26. Kraemer WJ, *et al.* Compatibility of high-intensity strength and *endurance* training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol.* 1995; 78: 976-89.
27. Abernethy PJ, Quigley BM. Concurrent strength and *endurance* training of the elbow extensors. *J Strength Cond*

Res. 1993; 7: 234-40.

28. Sá CA, Grigoletto MES, Bisutti F, Corralo VS. Treinamento concomitante afeta o ganho de força, mas não a hipertrofia muscular e o desempenho de *endurance*. Revista de Educação Física/UEM. 2013; 24: 453-464.

29. Arazi H, Faraji H, Moghadam MG, Samadi A. Effects of concurrent exercise protocols on strength, aerobic power, flexibility and body composition. Kinesiology. 2011; 43: 155-162.

30. Tremblay A, Simoneau JA, Bouchard C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. Metabolism. 1994; 43: 814-8.

31. Dudley GA, Fleck SJ. Strength and *endurance* training. Are they mutually exclusive? Sports Med Open. 1987; 4: 79-85.

32. Chromiak JA, Mulvaney DR. A review: the effects of combined strength and *endurance* training on strength development. J Strength Cond Res. 1990; 4: 55-60.

33. Souza EO, *et al.* Effects of concurrent strength and *endurance* training on genes related to myostatin signaling pathway and muscle fiber responses. J Strength Cond Res. 2014; 28: 3215-23.

34. McCarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak MA, Vailas AC. Compatibility of adaptive responses with combining strength and *endurance* training. Med Sci Sports Exerc. 1995; 27: 429-36.

35. Balabinis CP, Psarakis CH, Moukas M, Vassiliou MP, Behrakis PK. Early phase changes by concurrent *endurance* and strength training. J Strength Cond Res. 2003; 17: 393-401.

36. Shaw BS, Shaw I. Compatibility of concurrent aerobic and resistance training on maximal aerobic capacity in sedentary males. Cardiovasc J Afr. 2009; 20: 104-6.

37. Silva RF, *et al.* Concurrent training with different aerobic exercises. Int J Sports Exerc Med. 2012; 33: 627-34.

38. Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and *endurance* training. A review. Sports Med Open. 1999; 28: 413-27.

39. Dolezal BA, Potteiger JA. Concurrent resistance and *endurance* training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. J Appl Physiol. 1998; 85: 695-700.

40. Glowacki SP, Martin SE, Maurer A, Baek W, Green JS, Crouse SF. Effects of resistance, *endurance*, and concurrent exercise on training outcomes in men. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36: 2119-27.

41. Johnson RE, Quinn TJ, Kertzer R, Vroman NB. Strength training in female distance runners: impact on running economy. J Strength Cond Res. 1997; 11: 224-229.

42. Jones TW, Howatson G, Russell M, French DN. Performance and neuromuscular adaptations following differing ratios of concurrent strength and *endurance* training. J Strength Cond Res. 2013; 27: 3342-51.

43. Kraemer WJ, *et al.* Effects of concurrent resistance and aerobic training on load-bearing performance and the Army physical fitness test. Mil Med. 2004; 169: 994-9.

44. Millet GP, Jaouen B, Borrani F, Candau R. Effects of concurrent *endurance* and strength training on running economy and VO<sub>2</sub> kinetics. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34: 1351-9.

45. Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LJ, Conlee RK. Consequences of combining strength and *endurance* training regimens. Phys Ther. 1990; 70: 287-94.

46. Sale DG, MacDougall JD, Jacobs I, Garner S. Interaction between concurrent strength and *endurance* training. J Appl Physiol. 1990; 68: 976-89.

47. Shaw BS, Shaw I, Brown GA. Comparison of resistance and concurrent resistance and *endurance* training regimes in the development of strength. J Strength Cond Res. 2009; 23: 2507-14.

48. Souza EO, *et al.* Molecular adaptations to concurrent training. Int J Sports Exerc Med. 2012; 34: 207-13.

49. Tang JE, Perco JG, Moore DR, Wilkinson SB, and Phillips SM. Resistance training alters the response of fed state mixed muscle protein synthesis in young men. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2008; 294: R172-178.

50. Hennessy LC, Watson AWS. The interference effects of training for strength and *endurance* simultaneously. J Strength Cond Res. 1994; 8: 12-19.