

Junio Siqueira Costa

**A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO CONCORRENTE SOBRE DIFERENTES
RESPOSTAS ADAPTATIVAS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2017

Junio Siqueira Costa

**A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO CONCORRENTE SOBRE DIFERENTES
RESPOSTAS ADAPTATIVAS**

Trabalho de conclusão do curso de Especialização em Treinamento com Pesos e Sistemas de Treinamento em Academias da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Drnd. Rafael Almeida

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2017

C837i Costa, Júnio Siqueira
2017 A influência do treinamento concorrente sobre diferentes respostas adaptativas.
[manuscrito] / Júnio Siqueira Costa – 2017.
22 f., enc.: il.

Orientador: Rafael Almeida

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: F. 21-22

1. Músculo – Hipertrofia. 2. Força muscular. 3. Exercícios físicos. I. Almeida, Rafael. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador que me auxiliou em todas as etapas desta pesquisa.

Agradeço os professores, pelas dicas e paciência.

Agradeço os meus familiares e amigos pelo apoio.

Agradeço a minha companheira Érica por ser braço de apoio, pela cumplicidade, compreensão e dedicação durante esse período.

RESUMO

Introdução: O treinamento de força (TF) e o treinamento aeróbio (TA) estão entre os tipos de exercícios físicos mais utilizados pela população, em especial, nas academias de ginástica, sendo que na maioria dos casos, com o intuito de atingirem aumento nos níveis de hipertrofia, força, ou potência muscular e resistência aeróbia, bem como, aumento do consumo energético. Geralmente, estes dois meios são combinados durante uma mesma sessão de treinamento, em sessões diferentes, em um mesmo dia ou em dias diferentes, mas dentro de um mesmo período treinamento. Essa combinação de TF e TA é uma estratégia denominada como treinamento concorrente (TC). **Objetivo:** Identificar quais adaptações são causadas em decorrência do treinamento concorrente e a possibilidade de interferência nestas adaptações. **Métodos:** Compuseram esta pesquisa artigos indexados nas bases de dados ScienceDirect, Scielo e Lilacs, onde foram utilizados os seguintes descritores: *strength development, combined training, physical training e muscle thickness*. Artigos que tiveram como proposta uma análise sobre a combinação de programas de treinamento dentro de um mesmo período de tempo foram incluídos nessa pesquisa. Dessa forma, foram incluídos 13 artigos publicados entre os anos de 2008 e 2015. **Resultados e Conclusão:** Nos trabalhos analisados foi possível identificar que os protocolos de treinamento apresentaram efetividade para respostas específicas distintas, com destaque para a economia neuromuscular identificada em estudos com idosos e aumento dos níveis de força quando o TF é realizado antes de TA. Porém não há conclusão definitiva sobre o fenômeno da interferência nos resultados do TC devido à grande combinação de métodos que podem ser utilizados.

Palavras-chave: Desenvolvimento de força. Treinamento combinado. Treinamento físico. Espessura muscular.

ABSTRACT

Introduction: The strength training (TF) and aerobic training (TA) are among the most widely used forms of physical exercises by the population, in particular, in the gyms, and in most cases, in order to achieve increased levels of hypertrophy, force, or muscle power and aerobic endurance, as well as increased energy consumption. Generally, these two means are combined during the same training session, in different sessions on the same day or different days, but within the same training period. This combination of TA and TF is a strategy known as concurrent training (TC). **Objective:** Identify which adjustments are caused due to the concurrent training and the possibility of interference in these adaptations. **Methods:** Wrote this research articles indexed in ScienceDirect databases, Scielo and Lilacs, where the following descriptors were used: strength development, combined training, physical training and muscle thickness. Articles that were proposed an analysis of the combination of training programs within the same time period were included in this research. In this way, we included 13 articles published between 2008 and 2015. **Results and conclusion:** In the works analyzed it was possible to identify which training protocols presented effectiveness for specific answers, especially for the economy identified in neuromuscular studies with the elderly and increased levels of force when the TF is performed before TA. But there is no definitive conclusion about the phenomenon of interference on the results of TC and due to the great combination of methods that can be used.

Keywords: *Strength development. Combined training. Physical training. Muscle thickness.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MÉTODOS	9
3 RESULTADOS.....	10
4 DISCUSSÃO	13
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

Uma das formas de manter a saúde e a integridade dos indivíduos, nos dias de hoje, é o treinamento físico (ACSM, 2007). No entanto, esse treinamento pode ser subdividido em duas categorias: treinamento de força ou aeróbio (FOLLAND e WILLIAMS, 2007; CADORE *et al.*, 2010; CADORE *et al.*, 2011; CADORE *et al.*, 2012a, b; CADORE *et al.*, 2013; PINTO *et al.*, 2012).

Ao longo das atividades diárias de indivíduos que não buscam alto rendimento ou das atividades físicas em atletas, variados ciclos de alongamento e encurtamento de músculos são requeridos para sustentar tais atividades (JAKOBSEN *et al.*, 2012). Nessa perspectiva, o TF proporciona adaptações neurais como o aumento na capacidade de recrutamento nas unidades motoras (UM), bem como no aumento da frequência de disparo dessas unidades, comumente quantificado pelo aumento da amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) (HÄKKINEN *et al.*, 2001). Outras sugestões de adaptações neurais seriam a redução da coativação de músculos antagonistas ao movimento, inibição da ativação do órgão tendinoso de Golgi durante a produção de tensão máxima do músculo e maior sincronismo entre as fibras musculares e conseqüentemente um aumento da taxa de produção de força (HÄKKINEN *et al.*, 1998). Já sobre as adaptações morfológicas proporcionadas pelo TF, “incluem o aumento da área de secção transversa fisiológica (AST) da fibra muscular, o que resulta no aumento na AST do músculo, bem como no aumento da espessura muscular e uma modificação entre as isoformas de cadeia pesada de miosina, o que ocorre a partir de uma conversão de fibras do subtipo IIX para o subtipo IIa”(CADORE *et al.*; 2012).

Ainda sobre a perspectiva citada anteriormente, o TA pode causar várias adaptações e respostas fisiológicas naqueles indivíduos que o praticam levando em consideração a duração da sessão de treinamento (<30min, de 30 a 60min e >60min), a frequência semanal (<3 sessões/semana, de 3 a 5 sessões/semana e >5 sessões/semana, o volume (conjunto da duração da sessão de treinamento mais frequência semanal) e a intensidade (entre 40 e 60% do VO₂máx, de 60 a 75% e

maior que 75% do VO₂máx) (ALVES; FORJAZ, 2007). Essas adaptações podem ser relacionadas de 3 formas: (i) musculoesquelética, quando há o aumento do tamanho e da quantidade mitocondrial, aumento na concentração de enzimas oxidativas e capilares, (ii) cardiovascular, quando há o aumento do ventrículo esquerdo (VE, doravante), aumento da espessura da parede do VE, aumento das hemácias e aumento do volume plasmático e (iii) pulmonar, quando há aumento da capacidade de ventilação (MIDGLEY *et al.*, 2006).

Embora o treinamento físico possa ser dividido em várias categorias, a literatura científica aponta que a soma das atividades físicas caracterizadas como TF, somados a TA, proporciona mudanças no desempenho dos atletas e melhores resultados na saúde. A realização combinada do TF e TA é uma estratégia de treinamento denominada TC (VALKEINEN *et al.*, 2008; CADORE *et al.*, 2010; CADORE *et al.*, 2011; CADORE *et al.*, 2012a, b; CADORE *et al.*, 2013).

O TC é objeto de estudos que buscaram analisar os resultados associados ou não para cada especificidade de grupos que são estudados, considerando variados fatores como, por exemplo, a realização do TC em dias diferentes, num mesmo dia, com ordem de treinamento variada, com grupos de indivíduos diferenciados, com análises de um tipo de treinamento que interfere nos resultados do outro (VALKEINEN *et al.*, 2008; CADORE *et al.*, 2010; CADORE *et al.*, 2011; CADORE *et al.*, 2012a, b; CADORE *et al.*, 2013).

Ao pensar sobre a possibilidade de interferência do TF sobre o TA e vice-versa, Leveritt *et al.* (1999) identificou que a concorrência entre os dois tipos de treinamento se estrutura em três hipóteses, sendo: i) **Hipótese crônica**: nesta, o TF isolado causaria algumas adaptações morfofuncionais distintas das adaptações geradas pelo treinamento exclusivo de resistência aeróbia. ii) **Hipótese de overtraining**: essa hipótese se estrutura na idéia de que o organismo humano não assimila um volume grande de treinamento para sua capacidade de força e resistência. “O overtraining pode ser definido como um desequilíbrio entre estresse e recuperação ou uma carga de estresse excessiva com pouca regeneração” (LEHMANN, 1993). Com base nessas questões se levanta a hipótese de que há interferência no desempenho de ambos os treinamentos. iii) **Hipótese Aguda**: já

esta terceira hipótese se baseia no fato de que o exercício aeróbio gera uma fadiga residual que compromete os resultados do TF na próxima sessão.

Este estudo busca compreender as adaptações que são causadas pelo TC, se essas adaptações sofrem interferência de um treinamento sobre o outro, se elas são associadas ou concorrentes. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar quais foram as principais adaptações do TC na bibliografia levantada e se há interferência nas respostas adaptativas de indivíduos que executam TF e TA com diferentes combinações.

2 MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão descritiva de literatura onde foram selecionados trabalhos científicos no banco de dados Scielo, Lilacs e Science Direct. A busca se deu por meio dos termos de acordo com os descritores em ciências da saúde (DeCS), publicados pela Bireme, uma tradução do MeSH (*Medical Subject Headings*) da *National Library Of Medicine*, que foram combinados entre si: “*strength development*”, “*combined training*”, “*physical training*”, “*muscle thickness*”.

Inicialmente foram selecionados 30 artigos originais publicados entre os anos 2008 a 2015 em português e inglês em periódicos científicos da área da saúde. Após a seleção do material foram realizadas leituras explorativas e analíticas dos títulos e resumos dos trabalhos.

Dentre as publicações foram excluídas aqueles trabalhos publicados antes do ano de 2008 e trabalhos que no título e resumo não apresentavam relação com TC. Os critérios de inclusão foram trabalhos publicados entre os anos 2008 e 2015, que no título e resumo apresentaram relação com o tema e objetivos dessa pesquisa.

Todos os trabalhos que atenderam os critérios de inclusão foram organizados através de fichas nas quais continham cabeçalho, referência bibliográfica e corpo do estudo. Todas as referências foram analisadas e interpretadas para extrair a idéia principal do texto.

Foram selecionados 13 estudos, sendo 06 artigos direcionados especificamente com o TC e outros 07 artigos que serviram de fundamentação teórica e introduziram o tema, estes com liberdade em relação ao ano de publicação.

3 RESULTADOS

Para melhor identificação das amostras, métodos e resultados dos estudos foi organizado um Quadro com os dados, conforme abaixo:

Quadro 01: Efeitos do treinamento concorrente

Fonte: Elaborado pelo próprio autor com dados extraídos dos estudos

AUTOR	AMOSTRA	MÉTODO	RESULTADOS
Cadore et. al. (2010)	<p>Idosos saudáveis sedentários;</p> <p>TF = 8;</p> <p>TA = 7;</p> <p>TC = 8</p>	<p>TF = 25 repetições de aquecimento, 9 exercícios, 2 séries de 18 - 20 repetições progredindo para 3 séries de 6 - 8 repetições ao longo das semanas de treinamento.</p> <p>TA = 5 min de aquecimento, 20 min 80% FCVT2, progredindo para 25 min 85%-90% FCVT2, 30 min 95% FCVT2 e 6x4min 100% FCVT2 ao longo das semanas de treinamento em cicloergômetro.</p> <p>TC = TA + TF nesta ordem</p> <p>12 semanas; 3x/semana; não consecutivos.</p>	<p>TF = ↓EMG VL a 40%, 60% e 80% CVM; ↓ EMG RF a 60% e 80% CVM; ↓EMG BF a 40% e 80% CVM .</p> <p>TA = ↓TL e ↑VO_{2pico}.</p> <p>TC = ↑VO_{2pico}.</p>

Cadore et. al. (2011)	<p>Idosos saudáveis sedentários;</p> <p>TF = 8;</p> <p>TA = 7;</p> <p>TC = 8</p>	<p>TF = Idem Cadore et. al. (2010).</p> <p>TA = Idem Cadore et. al. (2010).</p> <p>TC = Idem Cadore et. al. (2010).</p>	<p>TF = tendência de melhora na W_{max}, mas nada significativo.</p> <p>TA = $\uparrow W_{max}$ e VO_{2pico}</p> <p>\downarrowEMG RF a <u>50w</u>, 75w e 100w.</p> <p>TC = $\uparrow W_{max}$ e VO_{2pico}</p> <p>\downarrowEMG RF a 75w e 100w.</p>
Cadore et. al. (2012)	<p>Idosos saudáveis sedentários;</p> <p>FA = 13</p> <p>AF = 13</p>	<p>TF = Idem Cadore et. al. (2010).</p> <p>TA = Idem Cadore et. al. (2010).</p> <p>TC = TF + TA, TA + TF; 12 semanas; 3x/semana não consecutivos.</p>	<p>FA = $\uparrow VO_{2pico}$; $\uparrow W_{max}$; $\uparrow W_{VT1}$; $\uparrow W_{VT2}$; $\uparrow 1RM$ de membro inferior; $\uparrow AST$ e F de QF, \downarrow% gordura.</p> <p>AF = $\uparrow VO_{2pico}$; $\uparrow W_{max}$; $\uparrow W_{VT2}$; $\uparrow 1RM$ de membro inferior; $\uparrow AST$ e F de QF; \downarrow% gordura.</p>
Cadore et. al. (2012 B)	<p>10 homens jovens treinados (3 meses; 4-6x/semana)</p>	<p>TF = 4 exercícios, 3 séries de 8 repetições a 75% de 1RM, com 90s entre as séries.</p> <p>TA = 30min em cicloergômetro a 75% FC_{max}.</p> <p>TC = ordem de TF e TA determinadas aleatoriamente.</p>	<p>FA = 1PS ($\uparrow TT$, $\uparrow COR$, $\uparrow TT:COR$);</p> <p>2PS ($\downarrow TT$, $\downarrow COR$, $\downarrow TT:COR$).</p> <p>AF = 1PS ($\uparrow TT$, $\uparrow COR$, $\uparrow TT:COR$);</p> <p>2PS ($\uparrow TT$, $\downarrow COR$, $\downarrow TT:COR$).</p>
Cadore et. al. (2013)	<p>Idosos saudáveis sedentários;</p> <p>FA = 13</p> <p>AF = 13</p>	<p>TF = Idem Cadore et. al. (2010).</p> <p>TA = Idem Cadore et. al. (2010).</p> <p>TC = TF + TA, TA + TF; 12 semanas; 3x/semana não consecutivos.</p>	<p>FA = \downarrow% gordura; $\uparrow VO_{2pico}$; $\uparrow 1RM$ de FLC e EJ; $\uparrow PT$ de EJ e FJ; $\uparrow TPF_{max}$ e a 100ms na EJ; $\uparrow EM$ de VL, VM, VI, RF, QF, BB, BR, FLC; $\uparrow AN_{max}$ no VL e RF; $\uparrow EN$ no VL e <u>RF</u>.</p>

			AF = ↓% gordura, ↑VO ₂ pico; ↑1RM de FLC e EJ; ↑PT de EJ e FJ; ↑TPF _{max} e a 100ms na EJ, ↑EM de VL, VM, VI, RF, QF, BB, BR, FLC; ↑AN _{max} no VL e RF; ↑EN no VL.
Valkeinen et. al. (2008)	26 mulheres > 50 anos com fibromialgia 15 grupo experimental 11 grupo controle	TF = 02 exercícios de EJ, 05-06 exercícios para os principais grupos musculares; 2-4 séries/semana a 40-60% de 1RM (10-20 repetições) progredindo para 2-6 séries/semana a 70-80% de 1RM (5-10 repetições). TA = 30 min abaixo LA; progredindo para 4 min abaixo LA + 5 min acima LAN + 4 min abaixo LA + 5min acima LAN + 8min abaixo LA em ciclo ergômetro. Havendo 02 TA/semana, a 2ª sessão = 60min abaixo LA (caminhando ou pedalando). Alternaram as semanas em 02 TF e 01 TA, 01 TF e 02 TA durante 21 semanas.	↑W _{max} , W _{tempo} , F de EJ, F de FLC, V de caminhada, V subir e descer escadas, bem estar geral e qualidade do sono. ↓ relatos de dor e fadiga

↑ = aumento; ↓ = diminuição; TF = treinamento de força; TA = treinamento aeróbio; TC = treinamento concorrente; FA = força + aeróbio; AF = aeróbio + força; min = minutos; s = segundos; FC = frequência cardíaca; VT1 = limiar ventilatório 1; VT2 = limiar ventilatório 2; LA = limiar aeróbio; LAN = limiar anaeróbio; VO₂ = taxa de consumo de oxigênio; W = carga de trabalho; CVM = contração voluntária máxima; PT = pico de torque; EMG = sinal eletromiográfico; AN = atividade neuromuscular; EN = economia neuromuscular; AST = área de secção transversa; EM = espessura muscular; TPF = taxa de produção de força; 1RM = 1 repetição máxima; F = força; V = velocidade; VL = vasto lateral; VM = vasto medial; VI = vasto intermédio; BF = bíceps femural; RF = reto femural; QF = quadríceps femural; BB = bíceps braquial; BR = braquioradial; FLC = flexão de cotovelo; EJ = extensão de joelhos; FJ = flexão de joelhos; TL = testosterona livre; TT = testosterona total; COR = cortisol; max = máximo(a)

4 DISCUSSÃO

Um estudo realizado por Cadore *et al.* (2010) teve como objetivo identificar respostas de adaptação neuromusculares como ativação muscular e força máxima, através da análise da amplitude do sinal EMG e hormonais, medindo níveis de testosterona e cortisol (marcadores anabólico e catabólico respectivamente), apresentadas diante dos TF, TA e TC em 23 indivíduos idosos e considerados saudáveis. Cadore *et al.* (2010) tiveram como pressupostos que não haveria diferenças entre TF e TC independentemente se esses indivíduos fossem treinados ou não, mas que se houvesse o efeito de interferência, este se daria por mecanismos neurais e/ou endócrinos. Nesse estudo, foram realizados TF, TA e TC. O TF foi direcionado para os principais grupos musculares com nove exercícios (leg press inclinado, extensão de joelhos, flexão de joelhos, supino livre, puxada no pulley, remada, extensão de cotovelos, flexão de cotovelos livre e exercícios de abdominal). Na quinta semana de um total de 12 semanas, foi possível identificar ganhos de hipertrofia muscular. O TA se iniciou com 20 minutos de pedaladas no ciclo-ergômetro a 80% da frequência cardíaca e, no final, realizado por meio de seis séries de quatro minutos com intensidade relativa a 100% da frequência cardíaca, no segundo limiar ventilatório. O TC foi organizado com a união dos dois treinamentos, ou seja, 70 minutos, sendo, 40 minutos de força e 30 minutos de aeróbio. Todos os treinamentos foram realizados 03 vezes por semana em dias não consecutivos (CADORE *et al.*, 2010).

Neste estudo de Cadore *et al.* (2010) os pesquisadores avaliaram as seguintes variáveis: força máxima de 1 repetição máxima (RM) nos exercícios supino livre; a força isométrica de extensores de joelho; o sinal EMG dos músculos vasto lateral (VL), reto femoral (RF) e coativação do bíceps femoral (BF); o grau de economia muscular a 40%, 60% e 80% em relação à contração voluntária máxima (CVM), além dos níveis de cortisol e testosterona. O que os pesquisadores identificaram foi que houve resposta no nível de força de membros inferiores para todos os grupos, com aumento para os grupos TF (67%) e TC (41%), onde os dois foram superiores ao TA (25%). Quando analisaram os resultados dos exercícios de membros

superiores, foram identificados que TF e TC aumentaram a força no supino livre sem apresentar diferenças significativas entre os dois treinamentos, no entanto, houve queda de testosterona no TA após o treinamento. No TF foi identificado aumento significativo na força isométrica e ativação muscular máxima, mas também houve diminuição na ativação muscular submáxima para a mesma carga. Os pesquisadores concluem que o comprometimento das adaptações neurais dos idosos observados poderia estar relacionado com os efeitos de interferência que foram observados durante os TF e TA.

Instigados por essa hipótese e com a intenção de compreender melhor as possíveis interferências do TF sobre o TA e vice-versa, Cadore *et al.* (2011), realizaram outro estudo com homens idosos (65 ± 4 anos). Neste estudo, os pesquisadores dividiram os idosos em 03 grupos: um grupo TF, outro grupo TA e o terceiro grupo TC, destinado a executar TA + TF na respectiva ordem. Para Cadore *et al.* (2011) este estudo é importante porque os pesquisadores identificaram na literatura que há indícios de que o TC poderia gerar benefícios como a economia neuromuscular, ou seja, um indivíduo poderia executar uma atividade com mesma carga “estímulo capaz de provocar adaptações no organismo” (CHAGAS; LIMA, 2015, p. 21), mas com a ativação de um menor número de UM (CADORE *et al.*, 2011).

Ao realizar esse estudo, Cadore *et al.* (2011), tinham como hipótese que as variáveis aeróbias, no caso deste estudo, a carga de trabalho aeróbia (W_{max}) e o pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}), não apresentariam diferenças entre os idosos independente do tipo de treinamento realizado e que todos os grupos de idosos aumentariam a economia do movimento, ou seja, “pode ocorrer como resultado do aumento da força muscular, porque os indivíduos mais fortes podem realizar atividade aeróbia em uma porcentagem menor de sua força relativa” (CADORE *et al.*; 2011) a execução dos exercícios aeróbios. Diante disso, os pesquisadores utilizaram a EMG de superfície nos músculos reto femoral, vasto lateral, bíceps femoral e gastrocnêmio lateral para medir a economia muscular durante a realização dos testes no ciclo-ergômetro em cargas de 50 W, 75 W e 100 W. O sinal EMG foi normalizado por contração isométrica máxima (CADORE *et al.*, 2011). Os pesquisadores definiram como protocolo de treinamento o mesmo adotado no estudo anterior de Cadore *et al.* (2010). Os pesquisadores encontraram

como resultados que o grupo de idosos que realizou o TF não apresentou variação nas adaptações. No entanto, os idosos que realizaram o TC e TA apresentaram evolução na carga máxima ($W_{m\acute{a}x}$), aumento no consumo máximo de O₂ (VO_{2pico}) e na economia do músculo reto femoral na carga de 75 W e na carga de 100 W. No TA os pesquisadores também identificaram que houve queda da ativação EMG do reto femoral na carga de 50 W.

Diante dos dados apresentados na pesquisa, Cadore *et al.* (2011), confirmaram sua hipótese ao identificar que o TC não causou danos para ganho de VO_{2pico} e $W_{m\acute{a}x}$ e que houve queda do sinal EMG nos três grupos de idosos pesquisados, sobretudo no TA e TC. Com isso os pesquisadores confirmaram que os idosos aumentam a economia do movimento nas atividades aeróbias e não há interferência do TC sobre as respostas aeróbias. Sendo assim, os idosos podem executar TF sem prejuízo para sua capacidade física aeróbia.

Os dois estudos citados acima apontaram que o TF pode sofrer interferência do TA, no entanto, não ficou comprovado o inverso. Os pesquisadores desenvolveram um novo estudo com o intuito de buscar compreender com mais profundidade as adaptações proporcionadas pelo TC, no entanto, esse novo estudo buscou analisar a ordem de execução das atividades. Em Cadore *et al.* (2012a) os pesquisadores realizaram um protocolo de TC em idosos onde buscaram investigar as adaptações geradas a partir da ordem de treinamento: TF x TA; TA x TF numa mesma sessão.

Para esse estudo foram selecionados 26 idosos ($64,7 \pm 4,1$ anos) que foram subdivididos em 02 grupos, sendo: grupo (FA) onde os 13 idosos ($79,7 \pm 10,5$ Kg) foram submetidos ao TF e, depois, ao TA na mesma sessão; e o grupo (AF) composto por 13 idosos ($83,3 \pm 13,4$ Kg) que realizaram o TA e, depois, o TF numa mesma sessão (CADORE *et al.*, 2012a). Antes de aplicar o protocolo de treinamento os idosos passaram por um procedimento com o objetivo de identificar suas medidas relacionadas ao TA. As medidas coletadas foram: consumo máximo de oxigênio (VO_{2Pico}), 1° limiar ventilatório (VT1), 2° limiar ventilatório (VT2), percentual do 1° limiar ventilatório em relação ao pico (%VT1) e do 2° (%VT2), carga máxima ($W_{m\acute{a}x}$) no ciclo-ergômetro (instrumento utilizado para a avaliação e o TA), carga no 1° limiar ventilatório (W_{vt1}) e no 2° (W_{vt2}). Para analisar o TF, os pesquisadores

consideraram as variáveis relacionadas com o quadríceps femoral, espessura muscular, teste de 1 RM e a qualidade muscular (carga de 1 RM dividida pela soma das espessuras dos músculos que compõem o quadríceps). Os idosos foram submetidos a esse protocolo de treinamento durante 12 semanas que ao longo do processo foram aumentando de volume e intensidade. Os resultados identificados pelos pesquisadores mostram que o treinamento proposto neste estudo proporcionou melhorias para os dois grupos em relação ao VO₂ Pico, W_{máx}, W_{v1}, carga de 1 RM para extensores de joelho, espessura muscular e qualidade muscular. No entanto, as melhorias para W_{v1} foram identificadas apenas para o grupo (FA). Cadore *et al.* (2012a) identificaram aumento de força de 1 RM e aumento da qualidade muscular no grupo FA. Diante dos dados levantados pela pesquisa, os autores concluem que, independente da ordem dos treinamentos, houve aumento da capacidade aeróbia dos participantes. Não é o que se verificou em relação ao TF. Cadore *et al.* (2012a) identificaram que quando TF é realizado antes de TA as respostas são maiores, sendo assim, é recomendado que o treinamento para idosos seja iniciado com exercícios de força e, depois, os aeróbios.

As adaptações neuromusculares são uma das adaptações geradas pelo TC e compreender melhor o comportamento delas foi um dos objetivos de um estudo realizado por Cadore *et al.* (2013) quando analisaram a ordem dos treinamentos em idosos. Tendo como hipótese que o TF realizado antes do TA deveria proporcionar melhores resultados que o inverso, Cadore *et al.* (2013) selecionaram 26 idosos saudáveis do sexo masculino que foram divididos em dois grupos: FA e AF, iguais na pesquisa realizada por Cadore *et al.* (2012a) descrita anteriormente. Os pesquisadores identificaram como resultados que o protocolo de treinamento foi eficiente em todas as variáveis. Resultado diferente quando há comparação em relação a ordem dos exercícios nas sessões de treinamento. No grupo FA identificou-se uma tendência no aumento da carga percentual em relação a 1RM pré-treino para extensores do joelho ($p=0,056$). Para esse grupo, no pós-treino, a carga absoluta de 1 RM aumentou mais do que em relação ao grupo AF. Outra diferença encontrada entre os dois grupos de idosos foi que no final das 12 semanas o músculo reto femoral apresentou diminuição da ativação para executar o teste, o que aponta para uma economia neuromuscular nesse músculo. Os pesquisadores concluíram que realizar TF antes de TA contribui para maior ganho de força nos

membros inferiores e maior economia neuromuscular de reto femoral em idosos (CADORE *et al.*, 2013).

Ao aprofundar os estudos sobre o TC o mesmo grupo de pesquisadores citados até aqui se propuseram a pesquisar sobre a regulação hormonal aguda de testosterona e cortisol em TC em jovens. Um estudo realizado por Cadore *et al.* (2012b) adotou um protocolo de experimento semelhante ao estudo citado anteriormente (CADORE *et al.*, 2012a). Nesse caso foram selecionados 10 indivíduos que já realizavam TF de forma recreativa com a prática de 4 exercícios de força (supino livre, agachamento na barra guiada, puxada no pulley e exercício bilateral de extensão de joelhos). Esses indivíduos selecionados foram submetidos a um protocolo de treinamento com 03 séries de 08 repetições com uma carga de 75% de 1 RM. No caso do TA os indivíduos foram submetidos a um protocolo de treinamento de 30 minutos de esteira com intensidade de 75% de frequência cardíaca máxima (CADORE *et al.*, 2012b). Os pesquisadores identificaram os seguintes resultados: exercícios aeróbios moderados de curta duração não causaram a diminuição no nível de testosterona. A ordem TA e, depois TF, que são capazes de manter elevados níveis agudos de testosterona e que não há como apontar que haja interferência nos resultados causados por um treinamento sobre o outro. Os pesquisadores salientam que os resultados são validados apenas para praticantes de exercícios de força de forma recreativa (CADORE *et al.*, 2012b).

Em estudo realizado por Valkeinen *et al.* (2008) os autores submeteram 26 mulheres pós-menopáusicas com mais de 50 anos e com fibromialgia a um protocolo de TC, TF e TA em dias diferentes e, analisaram as possíveis modificações geradas por estas atividades físicas. Os pesquisadores justificam a necessidade desse estudo ao identificarem que, na produção científica, há indícios de que a realização de TF e TA causam melhorias na qualidade de vida dessas mulheres através de aumento nos níveis de hipertrofia e força muscular, dos quais aumentam sua capacidade funcional, além do aumento dos níveis de condicionamento aeróbio. Os pesquisadores criaram um grupo experimental com 15 mulheres e um grupo controle com 11 mulheres. O protocolo de treinamento para o grupo experimental foi organizado com 03 sessões semanais de exercícios. A primeira semana concentrou 02 TF e 01 TA. A segunda semana concentrou 02 TA e 01 TF. As mulheres foram

realizando a alternância dos exercícios até a 21ª semana. Os resultados encontrados pelos pesquisadores apontam ganhos em tempo de trabalho e carga no ciclo-ergômetro, ganhos de força concêntrica de extensores de joelho, melhorias em tarefas funcionais de subir e descer escada e queda da fadiga. O TA não foi efetivo para garantir ganhos de VO2 de pico. O treinamento apresentou resultados positivos para fadiga e não causou agravos nos sintomas de dor das mulheres pesquisadas. Além disso, não há relatos de interferência dos treinamentos nos resultados da pesquisa (VALKEINEN *et al.*, 2008).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo conclui que os resultados das pesquisas nesse campo não são homogêneos nas suas conclusões. Pesquisadores como Cadore *et al.* (2010; 2011; 2012a; 2012b) têm dedicado esforços para identificar elementos que sejam capazes de responder se há interferência de TF sobre TA e o inverso causando prejuízos aos praticantes do TC.

Os resultados dos estudos apontaram que há interferências nas adaptações neurais, mas não são conclusivos sobre interferência no processo de hipertrofia. Um aspecto que parece estar comprovado é que a realização do TF antes do TA proporciona maiores ganhos dos níveis de força.

Nos trabalhos analisados foi possível identificar que os protocolos de treinamento apresentaram efetividades para respostas específicas distintas, com destaque para a economia neuromuscular identificada em estudos com idosos e aumento dos níveis de força quando o TF é realizado antes de TA.

O TC promove benefícios para diferentes parcelas da população como mulheres, idosos, jovens e inclusive aqueles que possuem algum tipo de patologia, auxiliando no desenvolvimento do desempenho funcional. Porém não há conclusão definitiva sobre o fenômeno da interferência nos resultados do TC e devido às diversas possibilidades de combinação de métodos que podem ser utilizados, é necessário mais estudos sobre o tema. Isso se configura como possibilidade para aprofundamento de pesquisas científicas para assim contribuir para que os profissionais da área da saúde possuam mais informações que o ajudem a acertar na prescrição dos exercícios físicos.

REFERÊNCIAS

ACSM. **American College of Sports Medicine**. Guidelines for Exercise-Testing and Prescription . (7 th Ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2007.

ALVES, L. L.; FORJAZ, C. Influência da Intensidade e do Volume do Treinamento Aeróbico na Redução da Pressão Arterial de Hipertensos. **R. bras. Ci e Mov.** v. 15, n. 3, p. 115-122, 2007.

CADORE EL; IZQUIERDO M; ALBERTON CL; PINTO RS; CONCEIÇÃO M; CUNHA G; RADAELLI R; BOTTARO MF, TRINDADE GT, KRUEL LFM. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. **Experimental Gerontology**, v. 47, p. 164–9, 2012.

CADORE EL; IZQUIERDO M; PINTO SS, ALBERTON CL, PINTO RS BARONI BM, VAZ MA, LANFERDINI FJ, RADAELLI R, GONZÁLEZ-IZAL M, BOTTARO M, KRUEL LFM. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**. v. 35, n. 3, p. 891-9, 2013.

CADORE EL, IZQUIERDO M, SANTOS MG, MARTINS JB, LHULLIER FLR, PINTO RS, SILVA RF, KRUEL, LFM. Hormonal responses to concurrent strength and endurance training with different exercise orders. **J StrengthCond Res**, v. 26, n. 12, p. 3281-8, 2012.

CADORE EL, PINTO RS, LHULLIER FLR, CORREA CS, ALBERTON CL, PINTO SS, ALMEIDA APV, TARTARUGA MP, SILVA EM, KRUEL LFM. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Int J Sports Med**, n. 31, p. 689-97, 2010.

CADORE EL, PINTO RS, PINTO SS, ALBERTON CL, CORREA CS, TARTARUGA MP, SILVA EM, ALMEIDA APV, TRINDADE GT, KRUEL LFM. Effects of strength, endurance, and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. **J Strength Cond Res**, v. 25, n.3, p.758-66, 2011.

CHAGAS, MH; LIMA, FV. **Musculação: variáveis estruturais – programas de treinamento – força muscular**. 3. ed. Belo Horizonte: 2015. P. 21.

FOLLAND JP, WILLIAMS AG. The Adaptations to strength training morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 145-68, 2007.

FUKUNAGA T, KAWAKAMI Y, KUNO S, FUNATO K, FUKASHIRO S. Muscle architecture and function in humans. **J biomech**, v. 30, n. 5, p. 457-63, 1997.

HERZOG W. The biomechanics of muscle contraction: optimizing sport performance. **Sport ortho trauma**, v. 25, p. 286-93, 2009.

HÄKKINEN K, PARAKINEN A, KRAEMER WJ, HÄKKINEN A, VALKEINEN H, ALÉN M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J Appl Physiol** 2001a;91(2):569–80.

HÄKKINEN K, NEWTON RU, GORDON S, MCCORNICK M, VOLEK J, NINDL B, et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 1998;53(6):B415-23.

JAKOBSEN MD, SUNDSTRUP E, RANDERS MB, KJÆR M, ANDERSEN LL, KRUSTRUP P, AAGAARD P. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch–shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. **Hum Mov Sci**, v. 31, n. 4, p. 970-86, 2012.

MIDGLEY AW, MCNAUGHTON LR, WILKINSON M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? Empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. **Sports Med.**, v. 36, n. 2, p. 117-32, 2006.

PINTO RS, FÉLIX D, CADORE EL, CARDOSO M. Determinação da carga de treino nos exercícios supino e rosca bíceps em mulheres jovens. **Motriz**, v. 18, n. 1, p. 22-23, 2012.

VALKEINEN H, ALÉN M, HÄKKINEN A, HANNONEN P, KUKKONEN-HARJULA K, HÄKKINEN K. Effects of concurrent strength and endurance training on physical fitness and symptoms in postmenopausal women with fibromyalgia: a randomized controlled trial. **Arch Phys Med Rehabil**, n.89, p. 1660-6, 2008.