

ARTIGO ORIGINAL

Efeitos fisiológicos agudos do treinamento concorrente

Acute physiological effects of concurrent training

Rodrigo Cunha de Mello Pedreiro*, Ridson Rosa Rimes**, Sérgio Machado**, Lucas Moreira Siqueira***, Allan Inoue Rodrigues***, Wagner Santos Coelho***, Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto****

Programa de Pós Graduação em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO, Niterói/RJ, Departamento de Educação Física, Universidade Estácio de Sá - UNESA, Nova Friburgo/RJ, **Laboratório de Neurociência da Atividade Física (LABNAF), Programa de Pós Graduação em Ciências da Atividade Física da UNIVERSO, Niterói/RJ, Laboratório de Pânico e Respiração (LABPR), Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPUB/UFRJ), Rio de Janeiro/RJ, *Departamento de Educação Física, UNESA, Nova Friburgo/RJ, ****Programa de Pós Graduação em Ciências da Atividade Física da UNIVERSO, Niterói/RJ*

Resumo

O estudo teve como objetivo verificar o declínio no desempenho aeróbio, quando realizadas diferentes sessões de treinamento concorrente. A amostra foi composta por dez indivíduos do gênero masculino, submetidos a três diferentes modelos propostos (MP): MP1- treinamento de força (TF), 3 séries de 12 repetições, treinamento de potência aeróbia (TPA) a 100% do VO₂máx, MP2 - TF, 3 séries de 12, TPA a 70% da Frequência Cardíaca de Reserva (FCres), MP3 - TF, 3 séries de 4, TPA a 70% da FCres. Os dados foram analisados através de ANOVA com *post-hoc* de Bonferroni ($p < 0,05$). Todas as intervenções provocaram declínio significativo no desempenho aeróbio. O MP1 foi o estímulo que mais comprometeu o desempenho quando comparado ao pré-teste. Concluímos que quando o treinamento concorrente é realizado em intensidades que geram adaptações periféricas, há um comprometimento do desempenho aeróbio ainda mais pronunciado quando comparado a outras intensidades.

Palavras-chave: treinamento concorrente, treinamento força, treinamento aeróbio, treinamento combinado.

Abstract

This study aimed to verify the decline in aerobic performance when conducted different sessions of concurrent training. The sample consisted of ten male subjects who performed three different models (MP): MP1- strength training (ST), 3 sets of 12 repetitions, training aerobic power (TPA) to 100% of VO₂max, MP2 - TF, 3 sets of 12, 70% of the TPA Frequency Cardiac Reserve (FCres) MP3 - TF, 3 sets of 4, 70% of the TPA FCres. Data were analyzed by ANOVA with post-hoc Bonferroni test ($p < 0.05$). All interventions led to significant decline in aerobic performance. The MP1 was the stimulus that more impaired performance compared to the pretest. We conclude that when concurrent training is conducted at intensities that generate peripheral adaptations, there is an impairment of aerobic performance even more pronounced when compared to other intensities.

Key-words: concurrent training, strength training, aerobic training.

Recebido em 25 de setembro de 2014; aceito em 16 de outubro de 2014.

Endereço para correspondência: Rodrigo Cunha de Mello Pedreiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Universidade Salgado de Oliveira, UNIVERSO, Rua Marechal Deodoro, 217, 2 andar, 24030-060 Niterói RJ, E-mail: rodrigocmp_10@hotmail.com

Introdução

Podemos observar que nos dias atuais os atletas e até mesmo praticantes de atividades físicas, sendo eles profissionais ou não, buscam melhorar suas aptidões físicas, e em busca de um melhor desempenho são levados a treinar várias capacidades físicas em um mesmo período de treinamento, assim, os programas são criados de uma forma periodizada a fim de elevar os resultados [1]. Essa periodização no caso dos atletas, muitas vezes é comprometida pelo calendário das competições, criando uma necessidade de se combinar treinamentos com diferentes estímulos em um mesmo período de tempo [2].

Atualmente tem se adotado a terminologia Treinamento Concorrente (TC) para definir a combinação entre Treinamento de Força (TF) e Treinamento de Potência Aeróbia (TPA). Esse método visa ampliar a performance do indivíduo de maneira otimizada, minimizando seus pontos fracos, atuando em duas ou mais valências físicas simultaneamente, para levá-lo próximo ao ápice, ou seja, ao auto nível em duas diferentes capacidades físicas [3,4]. Porém, o mesmo pode levar a um problema, uma vez que requer distintas adaptações neurais e periféricas, podendo limitar seu desenvolvimento [5].

Docherty e Sporer [2] sugerem que quando realizado o treinamento abaixo do limiar de lactato (< AT) as adaptações geradas são centrais, ocorrendo um aumento de adaptações cardiovasculares, porém se trabalhado entre 95% e 100% da potência aeróbia máxima (PAM) leva o indivíduo a adaptações exclusivamente periféricas. Em contrapartida, quando realizado um treinamento de força abaixo de 5 RM as adaptações geradas são centrais, ocorrendo adaptações neurais, porém se trabalhar acima de 10 RM as adaptações geradas também seriam periféricas. A zona de interferência, ou fenômeno de interferência se acentuaria caso trabalhe as duas capacidades físicas dentro da zona que gera adaptações periféricas, o que levaria a um possível declínio no desempenho.

O objetivo do presente estudo foi verificar se há declínio no desempenho (teste de tempo limite a 100% (VO_{2max}), quando se realiza o TC dentro da zona de interferência. A hipótese é de que houvesse um declínio no desempenho

aeróbio quando se realiza o TC dentro da zona de interferência.

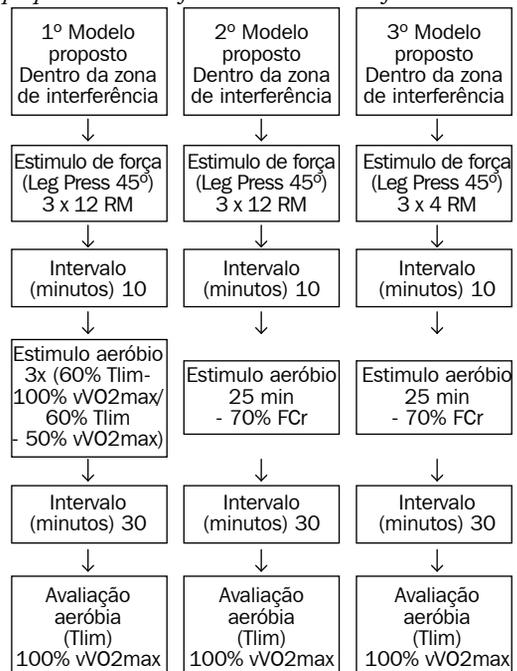
Material e métodos

Sujeitos

O presente estudo foi composto por 10 indivíduos, do gênero masculino, fisicamente ativos não tabagistas com a frequência da prática de atividade física de 3 vezes por semana, treinados a pelo menos 6 meses [6]. Os mesmos com idades entre 18 e 35 anos, que não possuíam doenças cardiovasculares/metabólicas, limitação osteoarticulares e transtornos mentais graves que pudessem comprometer seus desempenhos ou submetendo-os a riscos. O critério de seleção foi realizado dentro de academias nos arredores do município de Nova Friburgo-RJ, de natureza simples aleatória e voluntária.

Delineamento experimental

Figura 1 - Delineamento experimental – Modelos propostos dentro e fora da zona de interferência.



Modelos Propostos (MP)

Os MP foram aplicados em um total de 5 visitas realizadas com intervalo de 48 horas. Na primeira visita foi realizada a estratificação de risco, assinando o termo de consentimento, também foi realizada a avaliação da composição corporal, o teste progressivo submáximo; na segunda visita foi realizado o teste de Tlim a 100% $VO_{2Máx}$, considerada a situação controle; na terceira visita foi realizado o primeiro modelo proposto (Figura 1); na quarta visita foi realizado o segundo modelo proposto (Figura 1); na quinta visita foi realizado o terceiro modelo proposto (Figura 1).

Antropometria

A antropometria dos avaliados foi medida seguindo as recomendações e os protocolos propostos pela *Society for Advancement of Kinanthropometry* (ISAK). Dentro desses foram verificados os seguintes quesitos: estatura e massa corporal total utilizando uma balança (Welmy). Dobras cutâneas com compasso adipômetro Slim Guide utilizando três dobras (peito, abdome e coxa), resultando-se através da equação de Siri (1961) [7]. Com os dados obtidos foram estimadas as variáveis da composição corporal [6].

Teste aeróbio

Primeiramente, analisou-se a frequência cardíaca de repouso (FC_{Rep}) e a pressão arterial em repouso (PA_{Rep}). Em seguida, calculou-se 55%, 65% e 75% FC_{Res} ($220 - idade$ / estimar a $FC_{Máx}$), após selecionar protocolo (sujeitos ativos <90 kg) a carga inicial de 0,25 kg, com incrementos de 0,25 kg por minutos a uma cadência de 60 RPM até alcançar 65% FC_{Res} , quando os avaliados chegaram ao estado de equilíbrio permaneceram neste por mais 5 minutos para completar o 6º minuto. A FC média foi registrada no 5º e 6º min do estado de equilíbrio e utilizada para a estimativa do $VO_{2Máx}$. Após o 6º minuto do estado de equilíbrio, a carga voltou a ser aumentada em 0,25 kg por

min até a exaustão voluntária ou a incapacidade de sustentação do ritmo de pedaladas estipulado por pelo menos 10 s. A FC e a Percepção subjetiva de esforço foram mensuradas nos últimos 15 s de cada estágio [8]. O $VO_{2Máx}$ foi estimado utilizando a equação adaptada de SWAIN *et al.* [8]:

$$VO_{2Máx} = [(1,8 \times W) \div M] \div [(FC_{Carga} - FC_{Rep}) \div (FC_{Máx} - FC_{Rep})] + 7$$

Onde:

$VO_{2Máx}$ - consumo máximo de oxigênio em $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$;

M - massa corporal em kg;

W - distância (m) x carga (g) x RPM em $gm \cdot min^{-1}$;

FC_{Carga} - média da FC entre o 5º e o 6º min em estado estável;

FC_{Rep} - FC após 10 min de repouso;

$FC_{Máx}$ - maior FC alcançada durante protocolo progressivo máximo ou estimada pela equação $220 - idade$ ($FC_{Predita}$).

Teste de tempo limite (Tlim 100%)

$VO_{2Máx}$

O teste de Tempo limite (Tlim) teve como objetivo determinar a maior duração sustentada pelo avaliado na carga equivalente a 100% do $VO_{2Máx}$, onde o tempo foi registrado em segundos. Os avaliados realizaram um aquecimento de 5 min a 60% do $VO_{2Máx}$, depois do aquecimento os voluntários iniciaram a avaliação em um cicloergômetro onde a potência foi ajustada à intensidade de 100% $VO_{2Máx}$, iniciando-se a atividade até a exaustão voluntária.

Teste de repetições máximas

Realizou-se o teste de 1RM no Leg Press 45º, onde os avaliados realizaram um aquecimento leve (5–10 rep./40–60% máximo percebido), seguido de 1 minuto de descanso com alongamento, realizou-se de 3 a 5 rep. De 60 a 80% do máximo percebido, pouca quantidade de peso foi adicionada, e 1-RM foi novamente tentada. Definiu-se 1-RM em no máximo de 3 a 5 tentativas. 1-RM registrada como o peso do melhor resultado dentre as tentativas completadas com sucesso [6].

MP dentro da zona de interferência

Inicialmente foi aplicado o estímulo de força que consistia em três séries de 12 RM no leg press 45°, após um intervalo de 10 minutos foi aplicado o estímulo aeróbio em ciclo ergômetro com 3 estímulos a 60%Tlim a 100% VO_{2Máx} e intervalo de recuperação a 60%Tlim 50% VO_{2Máx} e após um intervalo de 30 minutos realizou-se o teste de desempenho aeróbio (Tlim 100% do VO_{2Máx}).

MP fora da zona de interferência

(1ª Sessão) A sessão teve início com o estímulo de força com 3 séries de 4 RM no leg press 45°, após um intervalo de 10 minutos realizou-se o estímulo aeróbio de 25 minutos à 70% da frequência cardíaca de reserva em um ciclo ergômetro, e após um intervalo de 30 minutos aplicou-se a avaliação aeróbia à 100% do VO_{2Máx}.

(2ª Sessão) A sessão teve início com o estímulo de força com 3 séries de 12 RM no Leg Press 45°, após um intervalo de 10 minutos realizou-se o estímulo aeróbio de 25 minutos à 70% da frequência cardíaca de reserva em um ciclo ergômetro, e após um intervalo de 30 minutos aplicou-se a avaliação aeróbia à 100% do VO_{2Máx}.

Análise estatística

Os dados foram analisados através de uma análise descritiva, média ± desvio padrão. Foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) de um fator (one way) com post-hoc de Bonferroni, com um nível de significância de $p < 0,05$. Para análise dos dados utilizamos os softwares Microsoft® Office Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA).

Resultados

No presente estudo foram avaliados 10 sujeitos com idade média de 20,4 anos de idade. Os dados da amostra seguem na Tabela I.

Caracterização da amostra

Tabela I - Tabela de caracterização da amostra com valores médios, mínimos e máximos.

Variáveis	N = 10	Min. – Máx.
Idade (anos)	20,4	18 - 35
Peso Corporal (kg)	78,7	62 - 96
Estatura (cm)	179,3	166 - 189
IMC (kg/cm ²)	24	20 - 27
Gordura Corporal (%)	11,6	5,7 - 23,4

A análise dos dados obtidos mostrou que ocorre declínio estatisticamente significativo ($p < 0,05$), no rendimento do teste de Tlim realizados após os modelos propostos, independente da intensidade quando comparado aos testes realizados sem nenhuma atividade prévia.

Todos os modelos propostos foram comparados ao Tlim sem a realização de um treinamento antecedente ao teste, ou seja, ao Tlim controle.

O MP1 foi realizado dentro da suposta zona de interferência, onde os TPA e TF geram adaptações periféricas. Foi observada nesse modelo a maior queda no desempenho no teste dlim (-32,4%) quando comparado com os outros MPs.

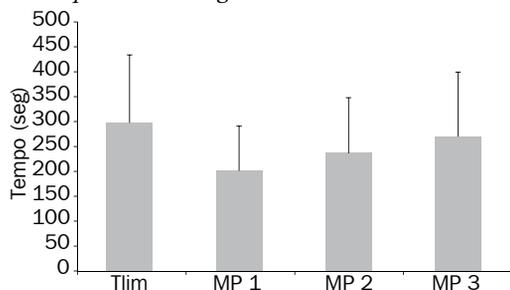
O MP 2 foi realizado utilizando TF em uma intensidade que gera adaptações periféricas e o TPA em uma intensidade que gera adaptações centrais, nesse modelo houve uma queda menor no Tlim quando comparado com MP 1 (-20,6%), porém apresentou maior queda no desempenho quando comparado a MP 3.

O MP 3 foi realizado com intensidades fora da zona de interferência no TF e no TPA, onde as adaptações desses dois tipos de treinamento seriam centrais. A queda no desempenho foi reduzida quando comparado ao demais MPs (-9,2%).

Neste sentido observamos um declínio estatisticamente significativo no desempenho ($p < 0,05$) quando realizado um treinamento subsequente a outro, independente das intensidades, sendo acentuado quando trabalhado dentro da zona de interferência.

Os resultados estão apresentados na Figura 1.

Figura 2 - Valores médios dos desempenhos obtidos nos MPs expressados em segundos.



Tlim = Teste tempo limite controle (TlimC); MP 1 = Teste Tlim após treinamento comparado ao TlimC; MP 2 = Teste Tlim após treinamento comparado ao TlimC e MP 3 = Teste Tlim após treinamento comparado ao TlimC.

Discussão

Com os dados coletados, observa-se que independente da intensidade dos MPs de TC obteve-se declínio no desempenho final dos indivíduos. Foram observadas interferências de um modelo para o outro em todos os treinos aplicados, sendo uma zona mais acentuada que a outra. Com o objetivo de minimizar os pontos negativos que o TC pode gerar na preparação de um atleta, é importante ressaltar as possíveis associações e os fatores que podem acentuar ou inibir a melhor performance deste.

O tempo de descanso entre um treinamento e o outro pode acentuar o rendimento, neste sentido o intervalo de 10 minutos aplicado dentro dos MPs pode ser um fator primordial para a possível queda de rendimento. Leveritt e Abernethy [9] sugerem que o intervalo entre dois treinos distintos tenha pelo menos 30 minutos, porém em seu estudo realizou-se o TF subsequente ao TPA, de forma inversa ao aplicado no presente estudo. Apesar dessa diferença podemos sugerir que o intervalo de recuperação no presente estudo, pode ser um fator interveniente para o declínio da performance aeróbia.

Chtara *et al.* [3] analisaram e concluíram que o treinamento de força em circuito imediatamente após o treinamento de resistência aeróbia individualizado na mesma sessão produziu a maior melhoria em contrarrelógio de 4 km e capacidade aeróbica do que a ordem inversa, ou cada um dos programas de treinamento realizados separada-

mente. Porém em nossos achados não utilizamos o treinamento de força em forma de circuito, mas talvez possa haver uma melhoria na capacidade aeróbia quando treinada primeiramente, uma vez que esse treinamento não se inicie com uma fadiga localizada já imposta por um treinamento anterior. A influência de qual treinamento realizado primeiramente merece mais esclarecimentos em métodos e intensidades utilizadas neste presente estudo.

Em concordância com o presente estudo, Leveritt e Abernethy [9] realizaram um treinamento combinado, 5RM no TF e TPA em alta intensidade, e verificaram que houve uma redução no rendimento em detrimento dos efeitos fisiológicos agudos. Com isso supomos que a interferência acentuada pelo MP1 deste trabalho pode ser um fator limitante a longo prazo devido a uma queda do desempenho.

Corroborando Bell *et al.* [4] e Gomes e Aoki [10], podemos dizer que os achados do presente estudo indicam que a queda no desempenho subsequente podem ser ocasionados pela depleção de glicogênio no músculo e de creatina fosfato, interferindo negativamente sobre os sistemas glicolítico e dos fosfagênicos, e possivelmente a suplementação de creatina pode representar uma boa estratégia para melhorar o desempenho no treinamento posterior.

Um maior número de modelos, dentro e fora desta possível zona, poderia consistir numa maior confiabilidade da decorrência dos fatores agudos ocasionados em detrimento do treinamento subsequente.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que o baixo número da amostra pode influenciar nos resultados do estudo, além disso, a realização dos testes deve priorizar a avaliação de populações homogêneas, aplicando os modelos propostos com grupos mais específicos como ciclistas e corredores, permitindo também uma visão mais específica acerca dos resultados obtidos.

A prescrição do treinamento concorrente é bastante extensa e variável, dentro das capacidades físicas, força e resistência, essa engloba diferentes formas de abordagens. A aplicação do TF geralmente é realizado em aparelhos isotônicos, pesos livres ou materiais que envolvam grandes resistências. A aplicação do TPA

geralmente é prescrito em ciclo ergômetros, esteiras e piscinas.

A distribuição do treinamento concorrente inclui diversos protocolos metodológicos, dentre esses estão o perfil e a distribuição da amostra, modalidade do exercício, a distribuição do treinamento no período, a duração total do treinamento e os protocolos de testes.

Conclusão

Baseado nos estudos apresentados e nos dados obtidos nesta pesquisa, observamos que o rendimento pode ser afetado com a aplicação de protocolos de TC. A correta aplicação do TF e do TPA é essencial para obtenção da máxima performance sem que haja queda no rendimento em nenhuma dessas capacidades durante uma periodização do treinamento e, assim, otimizar os resultados finais.

Concluimos que na combinação de dois treinamentos distintos, em intensidades que geram adaptações periféricas, quando realizado o TPA posterior ao TF, existe um maior declínio no desempenho, avaliado através do $\dot{V}O_{2\text{Máx}}$ a 100%.

Para a aplicação de um TC é importante levar em consideração o principal objetivo a ser alcançado, o tempo para o cumprimento deste objetivo e principalmente o material humano a ser trabalhado. É indispensável durante a elaboração do ciclo de treinamento tentar minimizar os fatores negativos que o TC pode gerar.

Sugerimos para obtenção de resultados mais acentuados, a realização do treino de maior prioridade em primeiro instante, já que o indivíduo não estaria comprometido de resíduos fisiológico-metabólicos de um treinamento anterior. Além disso, o tempo de intervalo de um treinamento para o outro deve ser o mais extenso possível, a fim de proporcionar uma maior recuperação fisiológica ao executante. Outro fator que apesar de pouco estudado no TC, mas parece ser bastante valioso é a alimentação que, aliada a uma suplementação

adequada orientada por um profissional da área, também se mostra bastante valiosa para obtenção de resultados significativos. Dentro da perspectiva da busca por novas evidências, sugerimos novos estudos, a fim de ampliar notoriedade e a variabilidade dos efeitos agudos e crônicos do TC.

Referências

- Fry R, Morton A, Keast D. Periodization of training stress: a review. *Can J Sport Sci* 1992;17(3):234-40.
- Docherty D, Sporer BA. Proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med* 2000;30(6):385-94.
- Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Koubaa D, Feki Y, Millet G, Amri M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med* 2005;39(8):555-60.
- Bell GJ, Syrotuik 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* 2000;81(5):418-27.
- Bell G, Syrotuik D, Socha T, Maclean I. Effects of strength training or concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *J Strength Cond Res* 1997;11(1):57-64.
- American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 8ed. USA; 2010.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek J. & Henschel A. (eds.). *Techniques of measuring body composition*. Washington: National Academy of Science; 1961.
- Swain DP, Parrott JA, Bennett AR, Branch JD, Dowling EA. Validation of a new method for estimating $\dot{V}O_{2\text{max}}$ based on $\dot{V}O_{2\text{ reserve}}$. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(8):1421-6.
- Leveritt M, Abernethy PJ. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. *J Strength Cond Res* 1999;13(1):47-51.
- Gomes RV, Aoki MS. Suplementação de creatina anula o efeito adverso do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11(2):131-4.