

Efeito da carga interna de treinamento sobre o VO_{2max} de mulheres adultas

Effect of internal training load on VO_{2max} of adult women

PINHO, R W dos S; BRAZ, T V; CRUZ, W de A; SANTOS, A B; RIBEIRO, C; GERMANO, M D; AOKI, M S; LOPES, C R. Efeito da carga interna de treinamento sobre o VO_{2max} de mulheres adultas. **R. bras. Ci. e Mov** 2016;24(1):43-51.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito da magnitude da carga interna de treinamento (CIT) sobre o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) de mulheres adultas. A amostra investigada foi constituída de 44 mulheres sedentárias de meia idade ($51,3 \pm 3,7$ anos; $1,60 \pm 0,01$ m; $71,4 \pm 3,1$ kg; $\%G = 34,3 \pm 1,0$; $VO_{2max} = 22,6 \pm 4,6$ mL.kg.min⁻¹), pertencentes ao programa sistemático de atividade física conduzido em Unidade Básica de Saúde. As voluntárias foram divididas em 2 grupos (G1 e G2) com base na CIT acumulada, em unidade arbitrárias (u.a.), calculada a posteriori, pelo método da percepção subjetiva do esforço (PSE) da sessão. Para determinar o VO_{2max} , foi utilizado o protocolo indireto do teste de 12 minutos. A CIT de cada sessão foi contabilizada para a determinação da CIT acumulada durante todo o período de investigação. O programa de treinamento foi composto de 36 sessões de treinamento, 3 vezes por semana, com intervalo de 48 horas, durante 12 semanas. As voluntárias foram divididas em 2 grupos, considerando a magnitude da CIT. Foi observada diferença ($p < 0,001$) entre os grupos ($G1 = 10541 \pm 332$ u.a. – $G2 = 11398 \pm 343$ u.a.). O aprimoramento do VO_{2max} também foi diferente entre G1 e G2 ($p < 0,001$) ($\Delta\%G1 = 14,0\%$, $\Delta\%G2 = 23,9\%$), sendo que o G2 apresentou o maior ganho percentual ($p < 0,01$). Os resultados do presente estudo sugerem que a magnitude da CIT acumulada nas 36 sessões induziu o maior ganho em relação ao VO_{2max} durante as 12 semanas de treinamento. Estes resultados reforçam a hipótese de que a magnitude da CIT influencia o resultado do processo de treinamento físico.

Palavras-chave: Carga de Treinamento; VO_{2max} ; Treinamento Aeróbio.

ABSTRACT: The aim of the present investigation was to analyze the effect internal training load (ITL) magnitude on maximal oxygen consumption (VO_{2max}) in adult women. The sample investigated in the present was composed by 44 middle-age women (51.3 ± 3.7 years; 1.60 ± 0.01 m; 71.4 ± 3.1 kg; $\%G = 34.3 \pm 1.0$; $VO_{2max} = 22.6 \pm 4.6$ mL.kg⁻¹.min⁻¹), belonging to a systematic programme of physical activity of a Basic Health Unit. The participants were divided in 2 groups (G1 e G2) based on the accumulated ITL, assessed by session rating of perceived exertion (RPE) Method. For the determination of the VO_{2max} , a 12-minute test protocol was implemented. The training programme was composed by 36 training sessions, 3 times per week, with 48-hours recovery period, during 12 weeks. The participants were divided in to 2 groups considering the magnitude of accumulated ITL. A significant difference was detected among the groups ($p < 0.001$) ($G1 = 10541 \pm 332$ a.u. – $G2 = 11398 \pm 343$ a.u.). The VO_{2max} gain was significantly different ($p < 0.001$) among groups ($\Delta\%G1 = 14.0\%$, $\Delta\%G2 = 23.9\%$), being greater for the G2 group ($p < 0.01$). The results of the present study suggest that the magnitude of ITL accumulated in the 36 training sessions induced a greater VO_{2max} gain during the 12 weeks of training. These results reinforce the hypothesis that the magnitude of ITL influences the outcomes (i.e. VO_{2max}) related to the physical training process.

Key Words: Training Load; VO_{2max} ; Aerobic Training.

Roger Willian dos Santos Pinho^{1,2}
Tiago Volpi Braz^{1,2}
Wallace de Assis Cruz^{1,2}
Adriana Boldrini dos Santos¹
Carla Ribeiro¹
Moisés Diego Germano^{2,3}
Marcelo Saldanha Aoki⁴
Charles Ricardo Lopes^{2,5}

¹Faculdade de Americana - FAM

²Universidade Metodista de Piracicaba UNIMEP/SP

³Faculdades Integradas Asmec de Ouro Fino - MG

⁴Universidade de São Paulo - USP

⁵Faculdade Adventista de Hortolândia, Hortolândia/SP

Recebido: 30/04/2015

Aceito: 05/11/2015

Introdução

A prática regular de exercícios físicos está associada a diversos benefícios relacionados à saúde e à promoção da qualidade de vida¹. A mortalidade por todas as causas é atrasada em homens e mulheres fisicamente ativos, em comparação aos pares sedentários¹. Além disso, a incidência e prevalência de diversas doenças crônicas não transmissíveis são atenuadas pelo exercício físico regular². Entretanto, todos esses benefícios dependem da qualidade e quantidade dos estímulos de treinamento, que devem levar em consideração as características individuais de cada praticante. Em meados da década passada, Impellizzeri, Rampinini e Marcora³ propuseram um modelo teórico para explicar o processo de treinamento físico/esportivo. Para estes pesquisadores, o trabalho executado na sessão de treinamento é definido como a carga externa de treinamento (CET). A CET está diretamente relacionada à intensidade, ao volume e ao planejamento do treinamento físico (Periodização). A interação da CET com as características individuais (ex: potencial genético e nível de treinamento) determinam o impacto da CET no organismo. Impellizzeri, Rampinini e Marcora³ ainda definem que o nível de estresse imposto pela CET no organismo configura a carga interna de treinamento (CIT). Dessa forma, a CIT consiste nas respostas fisiológicas, que o organismo apresenta em função da CET, em associação as características individuais³. Por fim, esses pesquisadores³ enfatizam que a magnitude da CIT determinará a magnitude das adaptações desejadas.

Existem vários métodos para quantificação da CIT, destacando-se os métodos baseados no comportamento da frequência cardíaca (FC)⁴, lactato^{5,6} ou na percepção subjetiva do esforço (PSE)^{7, 3}. O método do TRIMPi (*training impulse individualized*, FC e lactato) foi utilizado por Manzi *et al.*⁶ para determinar a magnitude da CIT necessária para promover o aumento da aptidão aeróbia, observando que seria necessário o acúmulo de 500 u.a. (unidades arbitrarias) semanais para o incremento da aptidão aeróbia dos atletas estudados. O acúmulo da CIT calculada pelo TRIMPi durante 8 semanas de treinamento em corredores de longa distância foi

diretamente relacionado ao desempenho nos 5000m ($r = -0.77$) e 10.000m ($r = -0.82$)¹⁵. Os métodos^{5,6,8} que utilizam FC e lactato exigem equipamentos específicos e representam maior custo financeiro.

Por outro lado, o método da PSE da sessão⁷ tem sido considerado um instrumento válido, simples e sobretudo com baixo custo de implementação para avaliar e quantificar a magnitude da CIT. Entretanto, a maioria dos estudos com a PSE da sessão^{3,5,6,8-14} são realizados com atletas. Diferentemente, na presente investigação, a amostra será constituída de mulheres de meia idade sedentárias saudáveis. Em um estudo prévio, Iellamo *et al.*¹⁵ demonstraram, em pacientes com insuficiência cardíaca, que a magnitude das adaptações cardiorrespiratórias em 12 semanas de treinamento aeróbio contínuo ou intervalado são similares, desde que haja equalização tanto da CIT calculada pelo TRIMPi, quanto do gasto energético, nos protocolos adotados. Entretanto, a proposta deste estudo¹⁵ ateu-se a relação dose-resposta da CIT em relação ao método de treinamento, não apresentando resultados acumulativos durante semanas de treino. Além disto, ainda não está claro se o maior acúmulo de CIT durante o período de treinamento físico pode promover o maior nível de adaptação no $VO_{2máx}$ para mulheres de meia idade saudáveis.

Neste sentido, considerando a relevância do monitoramento da CIT para população investigada e a praticidade do método da PSE da sessão, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da magnitude da CIT sobre o $VO_{2máx}$ de mulheres adultas. A hipótese inicial desta pesquisa se baseia no modelo teórico proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora³ de que o maior acúmulo de CIT ao longo do período de treinamento físico implicaria em melhores resultados em relação à aptidão física. Logo, seria esperado que o grupo com a maior CIT acumulada ao longo do período de treinamento físico apresentasse o melhor resultado sobre o $VO_{2máx}$.

Matérias e Métodos

Amostra

Participaram do estudo 44 mulheres de meia idade sedentárias ($51,3 \pm 3,7$ anos; $1,60 \pm 0,01$ m; $71,4 \pm 3,1$ kg; %G = $34,3 \pm 1,0$; $VO_{2\text{máx}} = 22,6 \pm 4,6$ mL.kg.min⁻¹) pertencentes a um programa sistemático de atividade física de uma Unidade Básica de Saúde. Para participação no presente estudo foram incluídas voluntárias classificadas como sedentárias pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), ou seja, não atingiam a frequência mínima de 3 vezes por semana com duração de 30 minutos de exercício moderado ou vigoroso, ou ainda, 5 vezes por semana de exercícios leves. Nenhuma das voluntárias possuíam doenças cardiovasculares, metabólicas e disfunções neuromusculares que impossibilitassem a prática dos exercícios. Todas as voluntárias foram informadas sobre todos os procedimentos do presente estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição local, conforme parecer nº13-01/218.

Avaliação do $VO_{2\text{máx}}$

Foi conduzida pelo protocolo indireto do teste de 12 minutos (andar/correr). Nesse teste, o sujeito percorre a maior distância possível de forma contínua em 12 minutos, anotando-se a distância em metros ao final do teste. Em seguida, utilizou-se fórmula (distância percorrida em metros – 504,1/44,9) descrita em Guedes, Guedes¹⁶. O cardiofrequencímetro (Polar® FT-1) foi utilizado para a determinação da FC máxima atingida no teste de 12 minutos.

Monitoramento da carga interna de Treinamento (CIT)

A CIT foi determinada utilizando a escala de Borg (CR-10), de acordo com o método da PSE, proposto por Foster¹⁴. Após 30 minutos do final de cada sessão de exercício físico, o sujeito indicava, por meio da escala CR10, o grau do esforço físico percebido. A fim de calcular a CIT, o score relatado pelos sujeitos foi multiplicado pelo tempo total da sessão de exercício em minutos. A CIT acumulada correspondeu ao somatório de

todas as 36 sessões realizadas. Os dados foram expressos em unidades arbitrárias (u.a).

Procedimentos

Para atender ao objetivo proposto no presente estudo, as 44 voluntárias foram divididas, a posteriori, a partir da mediana (G1-G2, n=22, tabela 1), conforme ordem crescente, com base nos valores do somatório da CIT acumulada nas 36 sessões de treinamento propostas. Essa divisão dos grupos experimentais foi realizada após o término do estudo, considerando a magnitude da CIT acumulada, ou seja, G1 (< mediana) e G2 (> mediana). Sendo assim, as 22 voluntárias de G1 são as que apresentaram os menores valores de CIT acumulada, enquanto que as voluntárias do G2 apresentaram os maiores valores de CIT acumulada.

Foram realizadas 36 sessões de treinamento, com frequência de 3 vezes por semana, respeitando o intervalo de 48 horas entre as sessões, durante 12 semanas. As avaliações referentes ao $VO_{2\text{máx}}$ foram realizadas 72 horas antes da primeira sessão de treinamento (A1) e 72 horas após o término da última sessão de treinamento do estudo (A2). As avaliações foram realizadas no mesmo horário do dia e pelos mesmos avaliadores, que já possuíam experiência de no mínimo 1 ano com os procedimentos adotados. Todos os sujeitos foram orientados: 1) a não ingerir bebidas alcoólicas e/ou estimulantes 24 horas antes dos testes; 2) a consumir uma refeição leve pelo menos duas horas antes e 3) a não realizar exercícios extenuantes no dia anterior. Todos os sujeitos incluídos na amostra possuíam experiência prévia de no mínimo 3 sessões de treinamento, utilizando a PSE para o controle da intensidade.

Organização e prescrição das sessões de treinamento

Durante todas as sessões de treinamento, todos os sujeitos utilizavam cardiofrequencímetros da marca Polar® FT-1 e o cálculo da frequência cardíaca de treinamento (FCT) foi realizada por meio da fórmula descrita em Swain¹⁸: $FCT = (\text{Fração de Intensidade}) \times (FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{de repouso}}) + FC_{\text{de repouso}}$ Ex: $(0,75) \times (182 - 67) + 67 = 153$ bpm. A frequência cardíaca

máxima de cada sujeito foi obtida no teste dos 12 minutos. Já a FCrep, foi considerada o menor valor da FC em um período de 5 minutos em ambiente controlado

(sem ruídos e fatores externos, temperatura entre 20 a 25°C), conforme procedimentos descritos por Buchheit⁴.

Tabela 1. Características da amostra do presente estudo*.

Variáveis	G1 (n=22)	G2 (n=22)
Idade (anos)	53,2 ± 11,7	49,5 ± 11,1
Estatura (cm)	1,64 ± 0,08	1,63 ± 0,10
Massa Corporal (Kg)	72,8 ± 9,8	70,1 ± 8,6
% Gordura	34,2 ± 4,7	32,8 ± 3,9
Tempo de atividade física semanal (min ⁻¹)	40,8 ± 11,4	39,8 ± 12,3
Frequência de atividade física semanal (dias ⁻¹)	1,5 ± 0,8	1,2 ± 0,5
VO _{2máx} (ml.Kg.min ⁻¹)	24,2 ± 5,8	21,0 ± 7,2

Legenda: * = não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre G1 e G2 para as variáveis de caracterização da amostra (Idade, Estatura, Massa Corporal, % Gordura, Tempo de atividade física semanal, Frequência de atividade física semanal e VO_{2máx}).

Todas as sessões foram iniciadas com um aquecimento, com duração de 7 a 10 minutos (5 a 6 minutos de caminhada/corrida a 70% da FCT dos sujeitos + 4 a 6 exercícios de alongamento estático com duração de 30 segundos). Nas sessões 1, 2, 3 e 4 (S1, S2, S3, S4), após aquecimento, os estímulos principais tinham duração de 25 a 35 minutos, utilizando o método contínuo (25 minutos na FCT70%) e intervalado (12 estímulos de 40 a 70 segundos na FCT80%, com 1 a 2 minutos de recuperação na FCT60%).

Na sessão 5 (S5), foram realizados exercícios de flexibilidade e coordenação motora com duração de 50 minutos. Para flexibilidade utilizou-se o método estático e dinâmico (6 séries de 30 segundos em 12 movimentos: abdução, adução horizontal, flexão e extensão de ombro; flexão e extensão de cotovelo; rotação e elevação escápulo-torácica; flexão e extensão joelho; adução e abdução do quadril; extensão e flexão coluna vertebral). A coordenação motora foi treinada por meio de 2 séries de 30 segundos com 10 exercícios (*skipping*, flexão unilateral de joelho, extensão de perna, saltos unilaterais, deslocamento lateral, deslocamento de costas, deslocamento diagonal, rotação de tronco, rotação de ombro e rotação e quadril), tendo recuperação entre cada exercício de 30 segundos.

Durante as 12 semanas, foram realizadas 7 sessões 1, 8 sessões 2, 9 sessões 3, 6 sessões 4 e 6 sessões 5. Na figura 2 encontra-se o desenho experimental com o planejamento e a sequência de organização das 12 semanas de treinamento realizadas no presente estudo.

Análise Estatística

Todos os dados foram expressos em média e desvio padrão (DP) da média. A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para comparação da diferença entre 2 variáveis foi utilizado o Test t de *student* pareado com intervalo de confiança de 95% (IC 95%). Também foi calculado o $\Delta\text{VO}_{2\text{máx}}$ (%) (delta percentual da diferença pré e pós) de G1 e G2 para o VO_{2máx}. O índice de significância adotado para os testes inferenciais foi de $p \leq 0,05$. Em adição, além das análises de comparação, foi calculado o tamanho do efeito (TE) para a VO_{2máx} e a CIT, baseado nas descrições de Cohen¹⁹, com o objetivo de analisar a magnitude dos efeitos após o período de treinamento, que podem ser benéficos, triviais ou prejudiciais. Os valores de referência para indivíduos sedentários são: < 0,50 trivial; 0,50 – 1,25 pequeno; 1,25 – 1,90 moderado e > 2,00 grande¹⁹.

Semanas	1			2			3			4			5			6				
Sessões	A1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Organização do Treinamento		S1	S2	S2	S3	S2	S1	S3	S2	S1	S2	S5	S3	S2	S5	S1	S2	S5	S3	
Monitoramento da CIT		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Semanas	7			8			9			10			11			12				
Sessões		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	A2
Organização do Treinamento		S2	S5	S1	S3	S5	S3	S4	S5	S1	S3	S4	S3	S4	S1	S4	S4	S3	S4	
Monitoramento da CIT		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Figura 1. Desenho Experimental do presente estudo

Legenda: A1 = avaliações pré treinamento; A2 = avaliações pós treinamento; S1 = Sessão 1 (1 x 25 minutos na FCT70%); S2 = Sessão 2 (12 x 70 segundos na FCT80% com 60 segundos de pausa ativa na FCT 60%); S3 = Sessão 3 (12 x 60 segundos na FCT80% com 90 segundos de pausa ativa na FCT 60%); S4 = Sessão 4 (12 x 40 segundos na FCT80% com 120 segundos de pausa ativa na FCT 60%); S5 = Sessão 5 (6 séries de 30 segundos em 12 alongamentos estáticos + 2 séries de 30 segundos com 10 exercícios de coordenação motora com recuperação de 30 segundos).

Resultados

Quando analisada a CIT acumulada, após as 36 sessões de treinamento, foi verificada diferença significativa na comparação do G1 ($G1 = 10541 \pm 332$ u.a.) com o G2 ($G2 = 11398 \pm 343$ u.a.) ($p < 0,0001$) (IC 95% = 795 a 918 u.a., TE = 2,58 - grande), conforme apresenta a Figura 2.

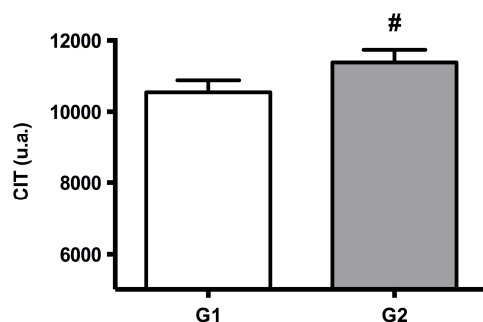


Figura 2. Comparação da carga interna de treinamento (CIT) em unidades arbitrárias (u.a.) das 36 sessões de treinamento realizadas pelos sujeitos nos 2 grupos do estudo. Legenda: # = $p < 0,0001$ em relação a G1.

Foi observada alteração significativa do momento pré-treinamento em relação ao momento pós-treinamento para ambos os grupos (G1 e G2; $p < 0,001$ – $\Delta\%G1 = 14,0\%$, TE = 0,67 - pequeno; $\Delta\%G2 = 23,9\%$, TE = 0,91 - pequeno) (Figura 3).

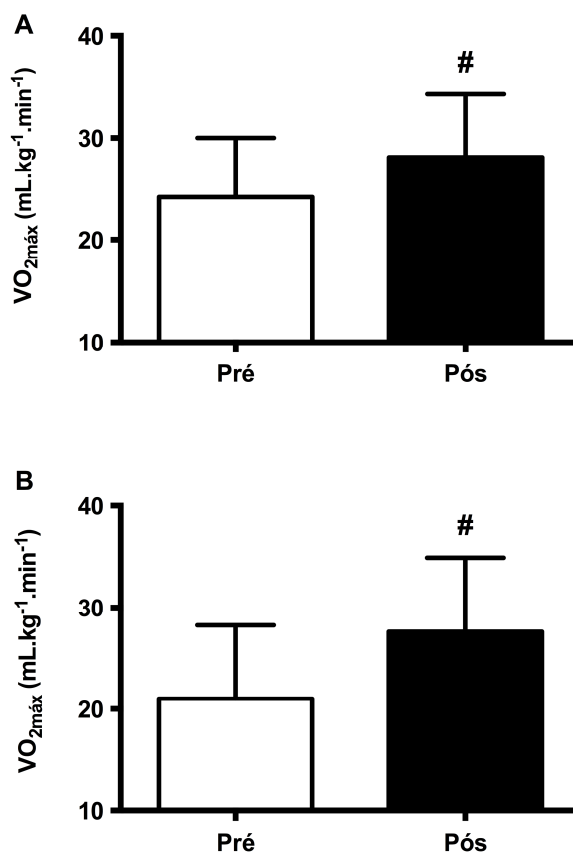


Figura 3. Comparação do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{m}\acute{a}x}$) do momento pré e pós treinamento para G1 e G2. Legenda: # = $p < 0,001$ do momento pós em relação ao momento pré.

Na comparação entre grupos foi verificado o maior ganho percentual do $VO_{2\text{m}\acute{a}x}$ (%) para o G2 em comparação ao G1 ($p < 0,01$, TE = 1,05 - pequeno) (Figura 4).

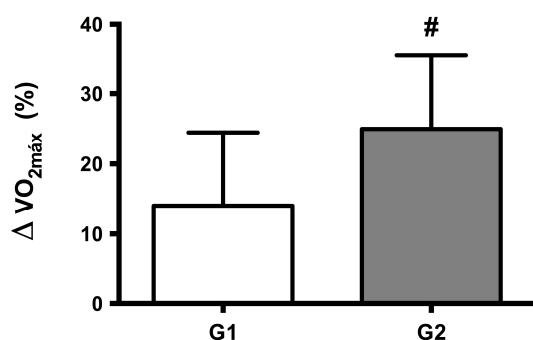


Figura 4. Diferença percentual do momento pré-treinamento para o momento pós-treinamento para o VO₂máx entre os grupos analisados no estudo. Legenda: # = p<0,001 em relação a G2.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo investigar o efeito da magnitude da CIT sobre o aprimoramento do VO₂máx de mulheres adultas. O principal achado do presente estudo sugere que o grupo com maior carga acumulada (G2) apresentou o maior ganho percentual no VO₂máx. Os resultados ainda indicam que G1 e G2 foram responsivos à CET implementada. A CET executada, provavelmente, provocou alterações internas responsáveis, em última instância, pelo incremento no VO₂máx. Entretanto, as mulheres adultas sedentárias do G2 acumularam maior CIT nas 12 semanas de estudo, o que resultou em ganho mais pronunciado no VO₂máx. Estes achados são importantes, já que até o momento, a literatura ainda não havia demonstrado a relação entre a magnitude da CIT calculada pelo método da PSE, proposto por Foster⁷ e o ganho no VO₂máx em mulheres adultas sedentárias. Cabe ressaltar, que a hipótese prévia do presente estudo foi corroborada, uma vez que o grupo com a maior CIT acumulada apresentou maior ganho para o VO₂máx. As voluntárias do G2 acumularam a maior CIT (11398 ± 343 u.a) também exibiram a maior magnitude de ganho no VO₂máx (23,9%) em relação ao G1.

A maioria das pesquisas que investigaram a relação da CIT com períodos de treinamento utilizaram sujeitos fisicamente ativos ou atletas de alto rendimento^{20,10,11, 21,8}. Por exemplo, Stagno, Thatcher e Someren *et al.*¹³ estudaram 18 jogadores profissionais de hóquei ingleses e encontraram que a média de CIT semanal calculada pela PSE apresenta correlação com a mudança no VO₂máx (r=0,80) e velocidade da esteira em

uma concentração de lactato sanguíneo de 4 mmol.L⁻¹ (r=0,71) do início para o meio da temporada. Já Manzi *et al.*⁶ investigaram a relação da CIT com performance aeróbia, em 18 jogadores profissionais de futebol, durante 8 semanas de treinamento. Os resultados mostraram que a CIT calculada pelo método TRIMPi (impulso individualizado do treinamento, *Training Impulse Individualized*) está associada ao aumento do VO₂máx (r = 0,77), ao incremento do limiar ventilatório (r = 0,78), aumento da velocidade para a concentração de 4 mmol.L⁻¹ de lactato na esteira (r = 0,64) e aumento do desempenho no teste intermitente de campo (r = 0,69). A análise de regressão realizada mostrou que são necessárias 500 u.a. (unidades arbitrárias) da CIT (TRIMPi) para justificar a melhoria da aptidão aeróbia nos jogadores estudados⁶.

Os resultados do presente estudo suportam estes achados, indicando que existe relação entre a magnitude da CIT e o aumento no VO₂máx, conforme demonstrado por outras pesquisas^{20,10,11,22,8}. De fato Impellizzeri, Rampinini e Marcora³ entendem que a somatória da CIT é determinante para as adaptações do organismo dos indivíduos, sendo que a prescrição da CET, em conjunto com as características individuais, irá determinar o acúmulo da CIT durante períodos sistematizados de treinamento. No entanto, apesar desta evidência, apenas um estudo foi encontrado com sujeitos sedentários não saudáveis¹⁵. Iellamo *et al.*¹⁵ verificaram a dose resposta durante 12 semanas do exercício intervalado (2-4 estímulos de 4 minutos a 75 – 80% da FC de reserva com 3 minutos a 45 – 50% da FC de reserva) e contínuo (45 – 65% da FC de reserva por 30 – 45 minutos) em 20 pacientes pós infartados. Os pesquisadores reportaram que, quando equalizada a CIT (mesmos valores de TRIMPi), independente do método de treinamento, as adaptações aeróbias promovidas são similares¹⁵, destacando que a CIT pode representar um importante passo na individualização do treinamento aeróbio para os pacientes em programas de reabilitação cardíaca.

Já Wallace, Slaterry e Coutts⁸ analisaram 7 corredores treinados em 15 semanas de treinamento e encontraram correlação significativa entre CIT, calculada pela PSE da sessão, e frequência cardíaca (FC) durante

exercício submáximo ($r = -0,43$), bem como, índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) ($r = -0,48$). Nesta linha, Gomes et al.²² encontraram correlação significativa para a CIT calculada pelo método da PSE da sessão⁷ a CIT determinada pelo método de Edwards⁸ (utilizando a FC) em 384 sessões de treinamento de tênis ($r=0,74$), 23 partidas simuladas ($r= 0,57$) e 13 oficiais ($r= 0,99$). Esse estudo reforça que o método da PSE da sessão é uma ferramenta prática para quantificar a CIT de tenistas profissionais. Em conjunto, esses dados indicam que o método da PSE da sessão proposto por Foster⁷ é apropriado para quantificar a dose de treinamento aeróbio e que FC submáxima e VFC são úteis para o monitoramento do treinamento físico/esportivo.

A partir dos resultados do presente estudo, em conjunto com os resultados prévios, parece que existe relação direta entre o acúmulo da CIT e a melhoria do $VO_{2máx}$ pelas adaptações promovidas pelo treinamento aeróbio⁶, em virtude do aumento da captação máxima de O_2 e de ajustes crônicos tanto centrais quanto periféricos, ventilação-minuto diminuída, custo em O_2 do miocárdio mais baixo, bem como, frequência cardíaca e pressão arterial menores para determinada intensidade submáxima²⁰. Para indivíduos sedentários, também em consequência do aumento da densidade capilar no músculo esquelético².

Uma das limitações do presente estudo é o fato da utilização de um protocolo de campo que estima o $VO_{2máx}$ indiretamente por meio de equação preditiva. Seria desejável que avaliação do $VO_{2máx}$ fosse conduzida pela análise de gases, pois além de ser considerada o padrão ouro para a performance aeróbia, trata-se de uma medida direta do desempenho dos sujeitos³. Além disso, este tipo de avaliação permitiria o cálculo do limiar ventilatório e ponto de compensação respiratória¹⁵, que são parâmetros importantes para monitoramento do treinamento aeróbio. Porém, cabe destacar que em alguns estudos com análises diretas da performance aeróbia e relação com a CIT, o tamanho da amostra é considerado um fator limitante^{15,3,23,10,8}. Neste sentido, a amostra de 44 indivíduos e 2 grupos considerados no presente estudo fortalecem os resultados encontrados, mesmo tratando-se

de uma avaliação indireta da performance aeróbia. Outro ponto importante, é que não foram realizadas medidas metabólicas e a avaliação de desempenho. Em adição, as comparações foram realizadas somente após as 36 sessões de treinamento, não havendo mensurações no meio do tempo de curso do experimento.

Conclusões

Os resultados do presente estudo sugerem que o maior acúmulo de CIT, durante as 36 sessões, induziu o maior incremento do $VO_{2máx}$ durante as 12 semanas analisadas no estudo. Os resultados encontrados sustentam a hipótese de que o acúmulo de CIT durante o treinamento físico é fator determinante para o surgimento das adaptações crônicas no $VO_{2máx}$. Estes achados reforçam a relevância do monitoramento da CIT durante programas de treinamento físico. O cálculo da CIT pelo método da PSE da sessão⁷ é uma ferramenta simples, de fácil acesso, viável e válida para quantificar CIT, podendo ser usado para monitorar o treinamento físico, dessa forma, aumentando a chance de sucesso desse processo.

Referências

1. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(7):1334-1359.
2. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care.* 2010; 33(12): 147-167.
3. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci.* 2005; 23(6): 583-592.
4. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Front Physiol.* 2014; 27(5): 1-19.
5. Manzi V, Castagna C, Padua E, Lombardo M, D'Ottavio S, Massaro M, Volterrani M, Iellamo F. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2009a; 296: 1733-1740.
6. Manzi V, Bovenzi A, Impellizzeri, MF, Carminati I, Castagna C. Individual training-load and aerobic-fitness variables in premiership soccer players during the precompetitive season. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(3): 631-636.
7. Foster C, Florhaug JA, Franklin J. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001; 15(1): 109-115.
8. Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ. A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training responses. *Eur J Appl Physiol.* 2014; 114(1): 11-20.
9. Marcora S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart and lungs. *J Appl Physiol.* 2009;106(6): 2060-2062.
10. Miloski B, Moreira A, Andrade FC, Freitas VH, Peçanha T, Nogueira RA, Bara-Filho M. Do physical fitness measures influence internal training load responses in high-level futsal players?. *J Sports Med Phys Fitness.* 2014; 54(5): 588-594.
11. Minganti C, Ferragina A, Demarie S, Verticchio N, Meeusen R, Piacentini MF. The use of session RPE for interval training in master endurance athletes: should rest be included?. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011; 51(4): 547-554.
12. Spencer M., Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Med.* 2005; 35(12): 1025-1044.
13. Stagno KM, Thatcher R, van Someren KA. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *J Sports Sci.* 2007; 25(6): 629-634.
14. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30(7): 1164-1168.
15. Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M, Franchini A, Rosano G, Volterrani M. Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. *Int J Cardiol.* 2013; 167(6): 2561-2565.
16. Guedes DP, Guedes JERP. Manual prático para avaliação em educação física. São Paulo: Manole. 2006.
17. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30(7): 1164-1168.
18. Swain, DP. Moderate- or Vigorous-Intensity Exercise: What Should We Prescribe? *ACSM'S Health & Fitness Journal.* 2006; 5(5): 7-11.
19. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, Fox KR, Gately P, Giles-Corti B, Gill JM, Hamer M, McDermott I, Murphy M, Mutrie N, Reilly JJ, Saxton JM, Stamatakis E. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci.* 2010; 28(6): 573-591.
20. Scanlan AT, Wen N, Tucker PS, Dalbo VJ. The relationships between internal and external training load models during basketball training. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(9): 2397-2405.
21. Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med.* 2009; 39(9): 779-795.

22. Gomes RV, Moreira A, Lodo L, Capitani CD, Aoki MS. Ecological Validity of Session RPE Method for Quantifying Internal Training Load in Tennis. *Int J Sports Sci Coach*. 2015; 10(4): 729-737.
23. Manzi V, Iellamo F, Impellizzeri F, D'Ottavio S, Castagna C. Relation between Individualized Training Impulses and Performance in Distance Runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2009b; 41(11): 2090–2096.