

Efeito agudo da intensidade do exercício sobre as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas em jovens com excesso de peso.

Acute effect of exercise intensity on the cardiorespiratory and metabolic variables in young with excess weight.

SANTOS PC, MELO RF, TEIXEIRA AS, GUGLIELMO LGA, SILVA RCR. Efeito agudo da intensidade do exercício sobre as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas em jovens com excesso de peso. **R. bras. Ci. e Mov** 2017;25(2):52-61.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi comparar a resposta aguda das variáveis aeróbias durante o exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) e o exercício contínuo moderado (ECONT) realizado por jovens com excesso de peso. Participaram do estudo 12 jovens ($11,01 \pm 1,82$ anos; $69,09 \pm 22,50$ kg; $154,43 \pm 15,17$; $28,27 \pm 4,82$ kg/m²). Na primeira visita foi realizado um teste incremental máximo em cicloergômetro para determinação do consumo de oxigênio pico (VO₂pico), potência pico e da frequência cardíaca pico (FCpico). Na segunda e terceira visitas foram realizados os protocolos de EIAI (10 repetições de 60s a 90% da potência pico para 60s de intervalo passivo) e ECONT (18 minutos contínuos a 50% da potência pico), ambos equalizados pelo trabalho total (kJ). Durante o EIAI e o ECONT, a FC e o consumo de oxigênio (VO₂) foram continuamente mensurados. A concentração de lactato sanguíneo ([La]) foi determinada imediatamente após o término dos protocolos de exercício. Apesar da equalização do trabalho, os valores de FCpico ($182 \pm 3,34$ vs $164 \pm 3,34$ bpm), percentual do VO₂pico ($91 \pm 2,00$ vs. $76 \pm 2,00$ %), potência pico ($105,0 \pm 2,86$ vs. $58,33 \pm 2,86$ W) e [La] ($3,2 \pm 0,12$ vs. $1,8 \pm 0,12$ mmol.L⁻¹) foram significativamente maiores no EIAI quando comparados ao ECONT. Concluímos que o EIAI resultou em maior estresse cardiovascular e metabólico comparado ao ECONT, refletido pelos valores de %VO₂pico, FC e [La]. Por fim, destacamos a possibilidade do EIAI ser incorporado aos exercícios aeróbios de natureza contínua durante diferentes programas de atividade física praticada pelos jovens.

Palavras-chave: Exercício intervalado de alta intensidade; Adolescentes; Aptidão aeróbia; Cicloergômetro; Obesidade.

ABSTRACT: The aim of this study was to compare the acute response of aerobic variables during high intensity interval exercise (HIIE) and moderate continuous exercise (MCE) performed by obese adolescents. The study included 12 young (11.01 ± 1.82 years; 69.09 ± 22.50 kg; 154.43 ± 15.17 cm; 28.27 ± 4.82 kg/m²). At the first visit was done a maximum incremental test on a cycle ergometer to determine the peak power and peak heart rate (HRpeak). At the second and third visits were conducted the EIAI (10 repetitions of 60s to 90% of peak power to 60s passive interval) and ECONT protocols (18 minutes continuously at 50% of peak power), both equalized by work (kJ). During HIIE and MCE, HR and oxygen consumption (VO₂) were continuously measured. The blood lactate concentration ([La]) was determined immediately after the end of exercise protocols. Despite the equalization of work, HRpeak values (182 ± 3.34 vs 164 ± 3.34 bpm), percentage of VO₂ peak (91 ± 2.00 vs. 76 ± 2.00 %), power peak (105.0 ± 2.86 vs. 58.33 ± 2.86 W) and [La] (3.2 ± 0.12 vs. 1.8 ± 0.12 mmol.L⁻¹) were significantly higher in HIIE compared to MCE. Concluded that HIIE results in an increase in cardiovascular and metabolic stress when compared to MCE, reflected by values the %VO₂ peak, HR and [La]. Finally, we highlight the possibility to incorporate the HIIE in aerobic exercise continuous during different physical activity programs practiced by obese adolescents.

Key Words: High intensity interval exercise; Adolescents; Aerobic fitness; Cycle ergometer; Obesity.

Priscila C. dos Santos¹
Roberto F. de Melo¹
Anderson S. Teixeira¹
Luiz G. A. Guglielmo¹
Rosane C. R. da Silva¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina

Introdução

Durante os últimos anos observa-se a tendência global positiva em relação à massa corporal, ou seja, o excesso de peso aumentou entre os adultos¹ e também parece estar aumentando no decorrer dos anos na população pediátrica, inclusive entre os jovens brasileiros². A inatividade física e o comportamento sedentário têm sido apontados como principais fatores responsáveis pela obesidade, assim como de outras doenças crônico-degenerativas^{3,4}. Aumentar o nível de atividade física em crianças e adolescentes pode ser uma estratégia para diminuir o efeito adverso da obesidade⁵. As recomendações da Organização Mundial da Saúde⁶ são de 60 minutos diários de atividade física contínua de intensidade moderada à vigorosa para jovens de 5 a 17 anos.

Atualmente, alguns estudos vêm mostrando que os modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (EIAI) podem induzir respostas crônicas similares e, em alguns casos, até melhores quando comparado ao exercício contínuo de intensidade moderada⁷. Entre os principais efeitos da exposição a esse modelo de exercício estão os aumentos da aptidão cardiorrespiratória em indivíduos com obesidade⁸ e síndrome metabólica⁹, assim como melhoras significativas no controle glicêmico e na resistência à insulina, tanto em sujeitos saudáveis⁸, obesos¹⁰ e com Diabetes Mellitus tipo 2¹¹.

Ainda são poucas as evidências sobre as respostas induzidas pelo EIAI em crianças e adolescentes, especialmente sobre as respostas fisiológicas de exercícios realizados em diferentes intensidades (moderada vs. intensa) nessa faixa etária⁸. A maior ênfase vem sendo dada às respostas crônicas ao exercício, ou seja, o resultado da exposição regular¹². Informações acerca do efeito agudo de uma sessão de exercício em relação à frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO₂) e concentração de lactato sanguíneo ([La]) são importantes para compreensão do estresse fisiológico submetido ao indivíduo em resposta a uma determinada carga externa.

Do ponto de vista prático, a atividade intermitente se assemelha muito mais ao padrão de movimento das crianças do que tarefas contínuas, podendo assim ser um incentivo para o aumento da prática de exercícios físicos e, consequentemente, do gasto energético¹². Além disso, as crianças são mais capazes do que os adultos de resistirem à fadiga durante uma ou várias repetições de exercícios de alta intensidade¹³. Sabendo que muitos adolescentes não conseguem atender as recomendações atuais de atividade física e muitas das intervenções para aumentar os níveis de atividade física não tem sido eficazes^{3,6}, é importante que se considere formas alternativas de exercício capazes de melhorar a saúde de crianças e adolescentes^{8,10}. Portanto, acredita-se que o EIAI tem potencial para tornar-se mais uma estratégia a ser inserida em programas de exercício para jovens com excesso de peso.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo comparar os efeitos agudos de sessões de exercício intervalado de alta intensidade e exercício contínuo moderado sobre a FC, VO₂ e [La] em jovens com excesso de peso. Nossa hipótese foi que o estresse fisiológico e metabólico, representado pela FC, VO₂ e [La] (indicadores de carga interna) será maior após a execução do EIAI quando comparado às respostas induzidas pelo exercício contínuo moderado.

Materiais e método

Participantes

Participaram voluntariamente do estudo 12 jovens de ambos os sexos (nove meninos) com excesso de peso segundo curva do IMC por idade do Centers for Disease Control and Prevention¹⁴ (tabela 1), os quais foram recrutados no setor de Pediatria do Hospital Universitário (HU) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os seguintes critérios foram adotados para a inclusão dos participantes: (1) não ter qualquer restrição à atividade física e (2) não usar os medicamentos metmorfina e o hormônio insulina de forma contínua, pois tais componentes poderiam interferir nas respostas das variáveis investigadas no estudo. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSC

(protocolo - nº 800.297) e todos os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos e métodos da pesquisa, para então, assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Informado (TAI).

Procedimentos experimentais

Os participantes foram instruídos a chegarem ao laboratório descansados, hidratados, alimentados pelos menos com três horas de antecedência e que evitassem o consumo de bebidas cafeinadas, assim como a realização de exercícios físicos intensos nas 48 horas antecedentes aos testes. Na primeira visita os participantes realizaram avaliação de medidas antropométricas e o protocolo de teste incremental máximo. Nas visitas subsequentes (2º e 3º dia), os participantes foram submetidos aos protocolos de exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) ou contínuo (ECONT), sendo a ordem determinada de forma aleatória.

O protocolo experimental completo foi realizado em até duas semanas. Exclusivamente entre os protocolos de exercícios, o intervalo entre as sessões foi de cinco dias. Estes intervalos foram necessários para permitir recuperação do exercício e evitar alguma influência na sessão seguinte. Além disso, cada participante foi avaliado no mesmo horário do dia com variação de, no máximo, duas horas em relação ao primeiro teste com a finalidade de minimizar a interferência das variações biológicas. Todos os testes foram realizados em ambiente climatizado na temperatura média de $24,5 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa entre 55-60%.

O consumo de oxigênio (VO_2) e a ventilação (VE) foram mensurados a cada respiração durante o teste incremental máximo e os protocolos de EIAI e ECONT (Quark PFTergo, COSMED, Roma, Itália). O analisador de gases foi calibrado imediatamente antes de cada teste conforme as instruções do fabricante. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada constantemente por meio de um cardiofrequencímetro conectado ao analisador de gases. Todos os testes foram realizados em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (LODE, modelo Excalibur), com os ajustes individuais no selim, guidão e pedivela sendo realizados previamente aos testes e anotados para cada participante. Para a análise da concentração de lactato ([La]) sanguíneo foram coletadas amostras de 3,0 ml de sangue venoso dos participantes em ambos os protocolos imediatamente após o término do exercício. Estas coletas foram realizadas com escalpe da marca Holdex Ecomed® por profissionais habilitados. A [La] foi avaliado pelo método enzimático colorimétrico com o kit Flex® reagent GLU, do sistema Dimension® da Siemens®.

Avaliação antropométrica

Os procedimentos utilizados para realizar as medidas antropométricas seguiram os protocolos definidos por Petroski¹⁵. A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança com resolução de 100g (TOLEDO®). Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro (SANNY®) com resolução de 1 mm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da divisão da massa corporal pela estatura ao quadrado. Os valores do escore-z da estatura, massa corporal e índice de massa corporal foram calculados com o suplemento LMS Growth para software Microsoft Excel desenvolvido por Pan & Cole¹⁶.

Avaliação Maturacional

Radiografias da mão e punho esquerdo foram realizadas. O método Greulich-Pyle¹⁷ foi utilizado para estimar a idade esquelética. As avaliações foram realizadas por um único médico com experiência nesse tipo de procedimento.

Protocolo do teste incremental

Um aquecimento de cinco minutos com a carga fixa de 20 W precedeu o início do teste incremental. O teste incremental máximo iniciou a 20 W com incrementos na carga de 10 W por minuto (formato de rampa) até a exaustão

voluntária, definida como uma redução na cadência inferior a 60 rotações por minuto (rpm) durante cinco segundos consecutivos ou por desistência do teste¹⁸. Os participantes foram instruídos a manter cadência preferida entre 70 e 80 rpm e encorajados a alcançar o máximo esforço. Os valores de VO_2 e FC foram interpolados a cada segundo e reduzidos às médias de 15 segundos, sendo que o VO_2 pico foi definido como o maior valor obtido. Similarmente, a FC pico e a potência pico foram determinadas como o maior valor obtido durante o teste incremental.

Protocolo dos exercícios

O protocolo EIAI consistiu de 10 repetições na intensidade de 90% da potência pico com duração fixa de 60 segundos. O intervalo de recuperação entre as repetições foi fixada também em 60 segundos, resultando em uma razão de esforço:pausa de 1:1. A recuperação foi realizada de forma passiva. Por outro lado, o protocolo de ECONT foi realizado na intensidade correspondente a 50% da potência pico durante 18 minutos. O tempo de duração do protocolo ECONT foi equalizado pelo trabalho total realizado durante o protocolo EIAI ($\text{Trabalho} = \text{Potência} \times \text{Tempo}$).

Para a análise do VO_2 total durante os protocolos foi realizada uma interpolação dos dados no programa Origin Pro 8.0, na qual se obteve dados do VO_2 a cada segundo. Em seguida, no mesmo software, foi calculada a área abaixo da curva¹⁹. Para a análise da FC foram calculados os valores de FC pico e FC média de toda a sessão para ambos os protocolos.

Análise Estatística

Para apresentação das características demográficas, antropométricas e das variáveis fisiológicas determinadas durante o teste incremental máximo, foi utilizada a estatística descritiva na forma de média e desvio-padrão (DP). O tamanho da amostra do presente estudo foi determinado usando o software GPower 3.1. Assumindo um poder do teste correspondente a 80% e um nível de significância de 5%, calculou-se um tamanho amostral de 12 participantes para se identificar um efeito moderado ($ES = 0.5$) entre os protocolos de exercício investigados²⁰. Desta forma, três participantes do sexo feminino foram mantidas na amostra a fim de garantir o poder estatístico para as análises do comportamento agudo das variáveis fisiológicas. O teste de Shapiro-Wilk e o teste de Mauchly foram utilizados para verificar a normalidade e a esfericidade dos dados, respectivamente. A análise de variância (ANOVA) *one-way* com medidas repetidas incluindo o sexo, a idade cronológica e a idade esquelética como covariáveis foi utilizada para comparar as variáveis fisiológicas entre os dois protocolos de exercício (EIAI e ECONT). No caso de violação da esfericidade dos dados, a significância foi estabelecida usando a correção de Greenhouse-Geisser. O nível de significância de 5% foi adotado para todas as análises. As análises foram realizadas no SPSS (SPSS 17.0, Chicago, Illinois, USA).

Resultados

A tabela 1 apresenta os dados descritivos das características demográficas e antropométricas da amostra. Os participantes apresentaram média do escore z da massa corporal e IMC próximo ou maior que 2, reafirmando assim a condição de excesso de peso dos sujeitos do presente estudo. Observou-se que a média da idade esquelética dos meninos e das meninas foi adiantada em relação à média da idade cronológica.

As respostas fisiológicas individuais obtidas a partir do teste incremental estão apresentadas na Tabela 2, enquanto que a figura 1 apresenta o comportamento do consumo de oxigênio em ambos os protocolos de exercício investigados (EIAI e ECONT) e a média do $\text{VO}_{2\text{max}}$ dos sujeitos do estudo.

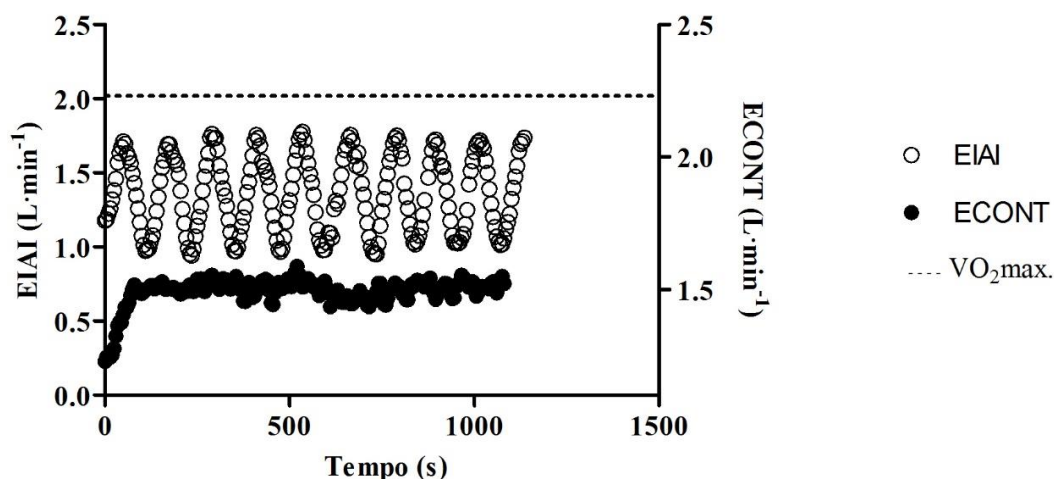
Tabela 1. Características demográficas e antropométricas da amostra de jovens com excesso de peso (média e desvio padrão).

Variáveis	Amostra Total (n=12)
Idade cronológica (anos)	11,01 $\pm$ 1,81
Idade esquelética (anos)	12,23 $\pm$ 2,23
Massa corporal (kg)	69,09 $\pm$ 22,50
Escore z da Massa corporal	2,36 $\pm$ 0,83
Estatura (cm)	154,43 $\pm$ 15,17
Escore z da estatura	1,39 $\pm$ 1,61
Índice de massa corporal (kg/m ²)	28,27 $\pm$ 4,82
Escore z do índice de massa corporal	2,13 $\pm$ 0,43

Tabela 2. Valores individuais das variáveis fisiológicas determinadas durante o teste incremental máximo de jovens com excesso de peso.

Participante	Sexo	V _{O2pico} (L min ⁻¹)	V _{O2pico} (mL kg min ⁻¹)	FC _{pico} (bpm)	VE (L min ⁻¹)	Potência pico (W)
1	M	1,81	37,65	182	57,91	120
2	M	2,89	30,36	202	73,93	121
3	M	1,25	38,06	190	70,70	90
4	M	1,95	31,53	182	46,71	115
5	M	3,15	27,29	190	63,19	140
6	M	2,58	28,71	181	82,89	150
7	M	1,92	12,98	169	81,47	118
8	M	1,83	30,51	194	54,05	133
9	M	1,78	24,78	186	43,13	102
10	F	1,96	27,05	205	47,22	115
11	F	1,53	29,95	177	60,69	106
12	F	1,59	25,58	175	58,62	90
Média		2,02	28,70	186	61,71	117,00
DP		0,57	6,47	11	13,26	18,00

VO₂: Consumo de oxigênio; FC_{pico}: Frequência cardíaca pico; VE: Ventilação; M: Masculino; F: Feminino.

**Figura 1.** Média do consumo máximo de oxigênio e comportamento do consumo de oxigênio durante os protocolos de exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) e do exercício contínuo moderado (ECONT) em crianças e adolescentes com excesso de peso.

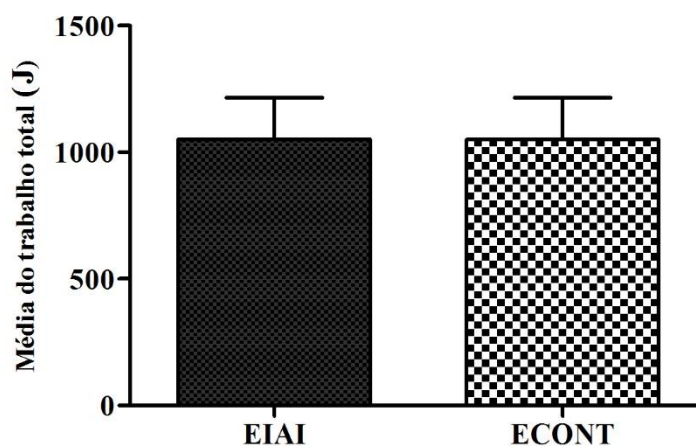
O eixo y do lado esquerdo está relacionado aos valores do EIAI e do lado direito aos valores do ECONT.

A tabela 3 mostra a comparação das variáveis fisiológicas durante os protocolos ECONT e EIAI. A FC_{pico}, a FC_{med}, o %VO_{2pico} e a [La] sanguíneo foram significativamente maiores no EIAI, apesar da equalização do trabalho (1050,00 $\pm$ 165,30J) representada pela figura 2. Como esperado, os valores médios de potência durante o protocolo EIAI (90% da potência pico) também foram significativamente maiores que o protocolo ECONT (50% da potência pico). Não houve diferença (F=0,537, p=0,485) no VO₂, calculado por meio da área sob a curva, entre os protocolos de EIAI e ECONT (25,93 $\pm$ 4.96 L·min⁻¹ versus 26,19 $\pm$ 5.80 L·min⁻¹, respectivamente).

Tabela 3. Resposta aguda das variáveis fisiológicas durante os protocolos ECONT e EIAI praticados por jovens com excesso de peso.

Variáveis	Protocolos		ANOVA de medidas repetidas	
	ECONT (média $\pm$ DP)	EIAI (média $\pm$ DP)	F	P
FCmed (bpm)	159 $\pm$ 8	177 $\pm$ 10	38,871	$\leq 0,001$
FCpico_ex (bpm)	164 $\pm$ 10	182 $\pm$ 12	13,081	0,002
VO ₂ total (L.min ⁻¹)	26,19 $\pm$ 1,69	25,93 $\pm$ 1,36	0,537	0,485
%VO ₂ pico	75,69 $\pm$ 6,63	91 $\pm$ 9,74	20,315	$\leq 0,001$
Potência (W)	58,33 $\pm$ 9,18	105,00 $\pm$ 16,53	133,361	$\leq 0,001$
[La] (mmol.L ⁻¹)	1,8 $\pm$ 0,48	3,2 $\pm$ 1,26	19,475	$\leq 0,001$

DP: Desvio padrão; FCmed: Frequência cardíaca média; FCpico_ex: Frequência cardíaca pico da sessão de exercício; VO₂ total: Consumo de oxigênio total; %VO₂pico: Percentual do consumo de oxigênio pico; [La]: Concentração de lactato; $p \leq 0,05$ representa diferença significativa entre os dois grupos a partir da ANOVA de medidas repetidas controladas para a variável sexo, idade esquelética e idade cronológica.

**Figura 2.** Valor médio do trabalho total realizado por crianças e adolescentes com excesso de peso durante os protocolos de exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) e do exercício contínuo moderado (ECONT).

Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar as respostas cardiovasculares e [La] entre dois protocolos de exercício (EIAI versus ECONT) em crianças com excesso de peso. Nossos principais resultados demonstraram que apesar da similaridade do VO₂ total entre os protocolos de exercício, o EIAI resultou em um maior estresse cardiovascular e metabólico comparado ao ECONT, como observado nas variáveis de VO₂ absoluto, FC pico, potência e [La] sanguíneo. Essa maior carga interna induzida pelo EIAI pode ter importantes implicações práticas no processo de recuperação e adaptação fisiológica em jovens, em especial durante os programas de intervenções em longo prazo.

Adolescentes com excesso de peso, independente do sexo e da idade, têm chance aumentada de apresentarem baixa aptidão cardiorrespiratória em comparação a adolescentes eutróficos²¹. De acordo com a classificação proposta por Rodrigues *et al.*²², a aptidão cardiorrespiratória dos participantes do nosso estudo é considerada como muito fraca (< 33 ml·kg⁻¹·min⁻¹ e < 38,7 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para meninas e meninos, respectivamente). Sendo assim, a melhora da função aeróbia é importante para esta população em específico, reduzindo o risco de doenças crônicas durante a infância, adolescência e vida adulta.

Estudos têm mostrado que estímulos variando entre 90-130% da potência aeróbia máxima tem sido considerado como uma zona de intensidade eficiente para induzir melhorias no VO₂pico em crianças pré-púberes e no início da puberdade^{23,24}. Esses achados têm importantes implicações práticas para a estruturação e prescrição das

sessões de treinamento com populações pediátricas, em especial para os indivíduos com baixa aptidão aeróbia. Há evidências mostrando que o nível de aptidão aeróbia é um preditor independente e inversamente relacionado ao risco cardiometabólico de crianças e adolescentes de ambos os sexos^{5,22}.

A figura 1 representa o comportamento do consumo de oxigênio durante os protocolos de exercício do presente estudo. Durante o EIAI realizado a 90% da potência pico, os participantes do nosso estudo atingiram valores médios em torno de 91% do $\text{VO}_{2\text{pico}}$, diferentemente do ECONT (50% da potência pico) em que os valores de VO_2 ficaram próximos a 75% do $\text{VO}_{2\text{pico}}$. Cockcroft *et al.*²⁵ observaram também que adolescentes eutróficos submetidos a um protocolo de EIAI, muito similar ao do presente estudo, realizado no cicloergômetro (8 repetições de 1 min a 90% da potência pico, com recuperação ativa de 1,25 min em 20 W), atingiram uma média de 101% do $\text{VO}_{2\text{max}}$, ou seja, dentro da zona que tem sido previamente proposta para o aumento da potência aeróbia. Provavelmente, a principal justificativa para o menor valor percentual do $\text{VO}_{2\text{max}}$ alcançado em nosso estudo (91%) comparado ao 101% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ no estudo de Cockcroft *et al.*²⁵ possa ser atribuída ao tipo de recuperação utilizada. No presente estudo, foi adotado o modo de recuperação passiva entre os estímulos ao invés da recuperação ativa. Estudos mostram que o uso do modo de recuperação ativa em sessões de treinamento de potência aeróbia (90% a 130% da potência pico) resulta em uma menor queda do VO_2 ao final de cada estímulo, mantendo o VO_2 acima dos valores basais, permitindo assim que o VO_2 seja direcionado mais rápido ao máximo durante a execução das repetições subsequentes²⁶.

Apesar da maior exigência cardiovascular no EIAI, a análise da área abaixo da curva a partir da relação VO_2 versus tempo mostrou que não houve diferença significativa no VO_2 total entre os protocolos de EIAI e ECONT ($25,93 \pm 4,96 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ versus $26,19 \pm 5,80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, respectivamente). Esse resultado pode ser explicado pelo fato do tempo do protocolo ECONT ter sido equalizado para gerar o mesmo trabalho desenvolvido no EIAI ($1050,00 \pm 165,30 \text{ J}$). Do ponto de vista prático, esse resultado reforça que o protocolo EIAI pode ser considerado como uma estratégia de tempo eficiente, pois permite que em um menor tempo de esforço o mesmo VO_2 total seja alcançado.

Suportando a aplicabilidade e efetividade dos exercícios de alta intensidade, um recente estudo usando o mesmo protocolo de EIAI aplicado no presente estudo mostrou que a realização de EIAI pode promover benefícios superiores comparados aos exercícios de intensidade moderada sobre a função macrovascular e microvascular²⁷, e função autonômica²⁸. Interessantemente, parece que esse benefício do EIAI sobre a função endotelial e função autonômica pode ser perdido em até 72h após duas semanas de treinamento²⁷, sugerindo que a realização regular de exercícios de maior intensidade seja necessária para a manutenção dos benefícios sobre a saúde vascular e função autonômica, o que por sua vez implicaria em um risco diminuído de doenças cardiovasculares em crianças e adolescentes obesos^{27,29}. Por outro lado, destaca-se que existem evidências mostrando que ambos os tipos de exercício, seja de alta intensidade ou intensidade moderada, pode resultar em melhorias similares sobre uma variedade de variáveis relacionadas à saúde cardiometabólica, tais como o $\text{VO}_{2\text{max}}$, a composição corporal e o perfil lipídico^{7,8}.

No presente estudo, houve também diferenças significantes na $[\text{La}]$ sanguíneo entre os protocolos de exercício ($1,8 \pm 0,12$ versus $3,2 \pm 0,12 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ para ECONT e EIAI, respectivamente), indicando que o protocolo de EIAI requer uma maior participação do metabolismo anaeróbio láctico para a sustentação da intensidade de exercício⁹. Como perspectiva prática, a realização de EIAI durante as atividades da vida diária de crianças e adolescentes por induzir um maior estresse sobre o metabolismo anaeróbio e requerer contrações musculares mais intensas pode ser uma estratégia interessante para promover mudanças positivas de maneira simultânea sobre o desempenho aeróbio e anaeróbio³⁰. Suportando essa ideia, Obert *et al.*³¹ mostraram que um programa de treinamento aeróbio de alta intensidade ($> 90\% \text{ FC}_{\text{max}}$) pode melhorar a potência máxima de meninos e meninas pré-púberes em um teste de força-velocidade.

Apesar dos benefícios cardiovasculares, autonômicos, vasculares, metabólicos e neuromusculares decorrente da exposição regular aos programas de exercício de alta intensidade^{8,9,11,25,27}, alguns estudos sugerem que os indivíduos

quando se exercitam em intensidades no/ou acima do limiar anaeróbio, com cargas impostas e não auto selecionadas, tendem a relatar uma menor percepção de prazer^{32,33}. Além disso, o aumento da intensidade parece estar associado com a redução do prazer imediatamente após o exercício³². Por outro lado, exercícios realizados abaixo do limiar anaeróbio são considerados como mais prazerosos pelos praticantes³³. A maior parte desses estudos verificando a relação entre exercício físico e respostas afetivas têm sido realizados em adultos e, em menor extensão, em crianças/adolescentes^{32,33}.

Entretanto, é importante destacar também que existem evidências mostrando que pessoas sentem mais prazer realizando exercícios intervalados de alta intensidade em comparação ao exercício contínuo de intensidade moderada^{29,34} e ao exercício contínuo de intensidade vigorosa³⁴. Bond *et al.*²⁹, por exemplo, reportaram que adolescentes de ambos os sexos relataram, por meio de uma escala de satisfação, preferência em realizar exercícios intervalado de alta intensidade em comparação aos exercícios contínuos moderado (65 ± 7 versus 57 ± 9 , respectivamente; $p < 0,001$). Essa informação é relevante, sobretudo para os jovens, pois o uso de tarefas de natureza intermitente se assemelha muito ao padrão natural de movimento da criança e do adolescente¹², podendo ser um incentivo para o aumento da prática de exercícios físicos na medida em que se percebe a atratividade deste modelo de exercício e a possibilidade do mesmo ser inseridos em programas de atividade física nesta população.

Diante desses resultados, recomenda-se que sessões de EIAI façam parte dos programas de exercício físico para jovens com excesso de peso em conjunto com exercícios contínuos moderados na perspectiva de tornar os programas mais diversificados em relação à intensidade de esforço e também mais prazerosos. Contudo, reforça-se que a prescrição deve ser feita de forma segura, individualizada e respeitando os princípios básicos do processo de treinamento (por exemplo, princípio da sobrecarga e princípio da individualidade biológica).

Conclusões

Em conclusão, jovens com excesso de peso e baixa capacidade aeróbia apresentaram um maior estresse cardiovascular e metabólico durante o EIAI comparado ao ECONT apesar da similaridade do VO_2 total entre ambos os protocolos de exercício. Enfatizamos ainda que os jovens foram capazes de cumprir todas as 10 repetições realizadas na intensidade de 90% da potência pico durante o protocolo do EIAI.

Como aplicações práticas, nosso estudo sugere que o protocolo EIAI parece ser uma possibilidade real de exercício para crianças e adolescentes com excesso de peso e recomenda que seja estrategicamente incorporado junto aos exercícios aeróbios de natureza contínua durante os diferentes programas de atividade física praticada pelos jovens. Alternar os modelos de exercício pode ser uma estratégia para aumentar a motivação do participante e, por sua vez, a aderência aos programas de exercício estruturados e planejados para redução/controle do peso em jovens com sobrepeso e/ou obesos. Futuros estudos investigando a relação entre as respostas perceptuais, afetivas e percepção de prazer com a prática destes diferentes modelos de exercício são necessários.

Referências

1. Robinson WR, Keyes KM, Utz RL, Martin CL, Yang Y. Birth cohort effects among U.S.-born adults born in the 1980s: Foreshadowing future trends in U.S. obesity prevalence. *Int J Obes*. 2013; 37(5): 448-54.
2. Bergmann GG, Marques AC. Índice de massa corporal: tendência secular em crianças e adolescentes brasileiros. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*. 2009; 11(3): 280-5.
3. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, *et al.* Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 8(1): 98.
4. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012; 380(9838): 219-29.
5. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014; 56(4): 369-81.

6. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Switzerland: WHO; 2010.
7. Araujo ACC, Roschel H, Picanço AR, Prado DML, Villares SMF, Pinto ALS, *et al.* Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PLoS One*. 2012; 7(8): e427-47.
8. Sandvei M, Jeppesen PB, Støen L, Litlekare S, Johansen E, Stensrud T, *et al.* Sprint interval running increases insulin sensitivity in young healthy subjects. *Arch Physiol Biochem*. 2012; 118(3): 139-47.
9. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012; 590(5): 1077-84.
10. Tran BD, Leu S, Oliver S, Graf S, Vigil D, Galassetti P. Altered Insulin Response to an Acute Bout of Exercise in Pediatric Obesity. *Pediatr Exerc Sci*. 2014; 26: 434-43.
11. Gillen JB, Gibala MJ, Little JP, Punthakee Z, Tarnopolsky MA, Riddell MC. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes, Obes Metab*. 2012; 14(6): 575-7.
12. Malina RM, Bouchard C, Bar-*or* O. Crescimento, maturação e atividade física. 2. ed. São Paulo: Phorte; 2009.
13. Kappenstein J, Ferrauti A, Runkel B, Fernandez-Fernandez J, Müller K, Zange J. Changes in phosphocreatine concentration of skeletal muscle during high-intensity intermittent exercise in children and adults. *Eur J Appl Physiol*. 2013; 113(1): 2769-2779.
14. Centers for Disease Control and Prevention (2000) Overview of the CDC Growth Charts. Disponível em <http://www.cdc.gov/growthcharts> [2015 dez 22].
15. Petroski É. Antropometria: técnicas e padronizações. Porto Alegre: Revista Ampliada; 2003.
16. Pan H, Cole TJ. LmsChartMaker, a program to construct growth references using the LMS method. Londres: Medical Research Council; 2011.
17. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2. ed. Califórnia: Stanford University Press; 1956.
18. Barker AR, Williams CA, Jones AM, Armstrong N. Establishing maximal oxygen uptake in young people during a ramp cycle test to exhaustion. *Br J Sports Med*. 2011; 45(6): 498-503.
19. Xu F, Rhodes EC. Oxygen Uptake Kinetics during exercise. *Sports Med. Sports Medicine*. 1999; 27(5): 313-27.
20. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral science. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Earlbaum Associates; 1988.
21. Melo J, Ribeiro Y, Castagna A, Bergmann M, Bergmann G. Baixa aptidão cardiorrespiratória está associada ao excesso de peso em crianças e adolescentes independente do sexo e da idade. *Rev Bras Ciência e Mov*. 2013; 21(4): 56-62.
22. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. The association between cardiorespiratory fitness and cardiovascular risk in adolescents. *J Pediatr*. 2006; 83(5): 429-35.
23. Baquet G, Berthoin S, Dupont G, Blondel N, Fabre C, Praagh E Van. Effects of High Intensity Intermittent Training on Peak VO₂ in Prepubertal Children. *Int J Sports Med*. 2002; 23: 439-44.
24. Baquet G, Praagh EV, Berthoin S. Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. 2003; 33(15): 1127-43.
25. Cockcroft EJ, Williams CA, Tomlinson OW, Vlachopoulos D, Jackman SR, Armstrong N, *et al.* High intensity interval exercise is an effective alternative to moderate intensity exercise for improving glucose tolerance and insulin sensitivity in adolescent boys. *J Sci Med Sport. Sports Medicine Australia*; 2015; 18(6): 720-4.
26. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Med*. 2013; 43(10): 927-54.
27. Bond B, Hind S, Williams CA, Barker AR. The Acute Effect of Exercise Intensity on Vascular Function in Adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47(12): 2628-35.
28. Buchheit M, Platat C, Oujaa M, Simon C. Habitual physical activity, physical fitness and heart rate variability in preadolescents. *Int J Sports Med*. 2007; 28(3): 204-10.
29. Bond B, Cockcroft EJ, Williams CA, Harris S, Gates PE, Jackman SR, *et al.* Two weeks of high-intensity interval training improves novel but not traditional cardiovascular disease risk factors in adolescents. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2015; 309(6): 1039-47.
30. Matos N, Winsley RJ. Trainability of young athletes and overtraining. *J Sport Sci Med*. 2007; 57: 353-67.

31. Obert P, Mandigout M, Vinet A, Courteix D. Effect of a 13-week aerobic training programme on the maximal power developed during a force-velocity test in prepubertal boys and girls. *Int J Sports Med.* 2001; 22(6): 442-446.
32. Ekkekakis P, Petruzzello SJ. Acute aerobic exercise and affect: current status, problems, and prospects regarding dose-response. *Sports Med.* 1999; 28(5): 337-74.
33. Ekkekakis P, Parfitt G, Petruzzello SJ. The Pleasure and Displeasure People Feel When they Exercise at Different Intensities Decennial Update and Progress towards a Tripartite Rationale for Exercise Intensity Prescription. *Sports Med.* 2011; 41(8): 641-671.
34. Jung ME; Bourne JE; Little JP. Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate- and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PloS One.* 2014; 9(12): 1-18.