

# IMPACTOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE DE CURTA E LONGA DURAÇÃO EM ADULTOS JOVENS

## IMPACTS OF SHORT AND LONG TERM HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING IN YOUNG ADULTS

Arthur Jorge Siqueira Neto<sup>1</sup>, Yára Juliano<sup>1</sup>, Neil Ferreira Novo<sup>1</sup>, Túlio Konstanyner<sup>1</sup>, Marco Antonio Zonta<sup>1</sup>, Carlos Pereira Araújo de Melo<sup>2</sup>, Carolina Nunes França<sup>1</sup>

### Resumo

**Introdução:** O treinamento intervalado de alta intensidade é caracterizado por períodos curtos de exercícios muito intensos, e ainda há poucas evidências que determinem diferenças nos resultados obtidos com os diferentes tempos de duração desse tipo de treinamento. **Objetivo:** Avaliar o impacto do treinamento intervalado de alta intensidade de curta e longa duração em adultos jovens. **Métodos:** Ensaio clínico controlado com 44 universitários, que foram divididos em três grupos: Grupo 1 (controle), Grupo 2 (curta duração) e Grupo 3 (longa duração), sendo que os grupos 2 e 3 realizaram quatro minutos de exercícios com 8 séries de 20 segundos e diferenciando-se apenas nas pausas de 10 segundos (passiva) e 90 segundos (ativa/corrida). Foram realizados testes para avaliar a capacidade aeróbia e o volume máximo de oxigênio estimado (VO<sub>2</sub>máx) e resistência muscular de flexão de braços e abdominal, além de testes de composição corporal e coletas de sangue para análise do perfil lipídico, tanto no basal quanto ao final do estudo. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos quanto as variáveis composição corporal, flexão de braços, flexão abdominal e VO<sub>2</sub>máx estimado. Entretanto, houve maior distância percorrida pelo grupo 3 no teste de Cooper (Teste de Kruskal-Wallis,  $p = 0,04$ ). **Conclusões:** Os treinamentos intervalados de alta intensidade de curta e longa duração proporcionaram melhor *performance* dos participantes no Teste de Cooper. Esse achado suscita a importância desta estratégia de treinamento para melhorar a resistência aeróbica de adultos jovens.

**Palavras-chave:** Treinamento intervalado de alta intensidade. Estudantes. Terapia por exercício.

### Abstract

**Introduction:** High intensity interval training is characterized by short periods of very intense exercise, and there is little evidence to determine differences in the results obtained with the different duration of this type of training. **Objective:** This study evaluated the impact of high intensity interval training of short and long duration in young adults. **Methods:** Controlled clinical trial with 44 participants, which were divided into three groups: Group 1 (control), Group 2 (short duration) and Group 3 (long duration); groups 2 and 3 performed four minutes of exercises with 8 sets of 20 seconds, differing only in 10-second (passive) and 90-second (active / running) pauses. Tests were carried out to assess the aerobic capacity and the maximum volume of oxygen (VO<sub>2</sub>máx) and muscular endurance of arm flexion and abdomen, as well body composition and blood collection for lipid profile, both the basal and at the end of the study. **Results:** No significant differences were found comparing the groups for all variables related to body composition, arm flexion, abdominals and estimated VO<sub>2</sub>máx. However, there was a higher distance performed for the group 3 in the Cooper test (Kruskal-Wallis test,  $p = 0,04$ ). **Conclusions:** Short and long term high intensity interval training promoted better performance in the Cooper Test. This finding raises the importance of this training strategy to improve the aerobic endurance in young adults.

**Keywords:** High-intensity interval training. Students. Therapy by exercise.

## Introdução

O treinamento intervalado surgiu como forma de aprimorar a intensidade e duração para provas de corrida entre as décadas de 30 e 40. Desde então, este método vem se tornando cada vez mais utilizado por atletas, técnicos e cientistas, e baseia-se no modo de exercício intermitente, ou seja, a realização de sucessivos estímulos com intervalos de recuperação, sem razão fixa de duração e intensidade da atividade e da recuperação<sup>1-3</sup>.

Desde a última década, o treinamento intervalado de alta intensidade (*High intensity interval training* – HIIT) tem recebido grande interesse e é considerado um método de treino eficaz para adaptações metabólicas e melhorias na *performance* desportiva<sup>4-8</sup>. O HIIT apresenta diversas vantagens, quando comparado a

outros treinamentos: diminuição e controle do estresse, redução do percentual de gordura corporal, melhora da qualidade do sono, diminuição do LDL-C (*low density lipoprotein cholesterol*), eficácia no controle do diabetes e da hipertensão arterial<sup>5,9</sup>.

Há trabalhos na literatura que apresentam diferentes tipos de HIIT, onde se leva em consideração: intensidade do estímulo, modalidade do estímulo, duração do estímulo e do intervalo de descanso. Nesse sentido, os mais usados são: 1) RST (*Repeated Sprint Training*) que corresponde a tiros de 3 a 7 segundos seguidos por intervalos curtos de pausas passivas (menores que 60 segundos); 2) SIT (*Sprint Interval Training*), compreende tiros intercalados de 20 a 30 segundos e intervalos principalmente passivos (de 2 a 4 minutos)<sup>10</sup>; 3) HIIT de intervalo curto, caracterizado por

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Universidade Santo Amaro - SP.

<sup>2</sup> Curso de Graduação em Biomedicina. Universidade Santo Amaro - SP.

Contato: Carolina Nunes França. E-mail: carolufscar24@gmail.com

períodos de estímulos seguidos por intervalos menores ou iguais a 60 segundos. Um exemplo foi descrito por Tabata (1996)<sup>11</sup>, que utilizou 8 estímulos de 20 segundos seguidos por intervalos de pausas passivas de 10 segundos; 4) HIIT de intervalo longo, com estímulos variados e intervalos acima de 60 segundos. Impelizzeri utilizou um protocolo que compreendia 4 estímulos de 4 minutos e intervalos de 3 minutos<sup>12</sup>.

Os estímulos repetidos de alta intensidade potencializam a capacidade de resistência à fadiga muscular e promovem várias adaptações metabólicas<sup>13</sup>. Contudo, é necessário entender os mecanismos metabólicos e fisiológicos, bem como manipular as variáveis agudas que norteiam o contínuo processo de treinamento como intensidade, volume, frequência, diferentes modalidades esportivas, tipos de pausa (ativa ou passiva) e diferentes tempos de pausas entre estímulos e séries<sup>12,14</sup>.

Freese *et al.*,<sup>15</sup> compararam os efeitos da realização de um protocolo de 30 segundos de exercícios por um minuto de descanso, por meio de variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas. O público da pesquisa era composto por jovens treinados. Os treinos foram realizados em uma bicicleta estacionária ou com *Burpees* (exercício combinado de braços, pernas e impulso). De acordo com os resultados da pesquisa, os valores máximos de consumo de oxigênio ( $VO_2$  máx) e da frequência cardíaca não apresentaram diferenças entre os exercícios. Com isso, foi possível concluir que a realização do treinamento intervalado por meio de exercícios calistênicos (peso do próprio corpo - naturais) é capaz de trazer as mesmas adaptações fisiológicas do que as que são obtidas na bicicleta.

Há poucas evidências na literatura que mostram diferenças de resultados entre os variados tempos de duração do treinamento intervalado. A identificação da melhor abordagem de treinamento poderia orientar profissionais de saúde esportiva na definição de suas estratégias de melhora de desempenho físico.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi comparar o impacto do treinamento intervalado de alta intensidade de duração curta (pausa passiva de 10 segundos) e longa (pausa ativa de um minuto e 30 segundos) sobre a composição corporal, perfil lipídico, resistência muscular localizada e resistência aeróbica.

## Métodos

Trata-se de um ensaio clínico controlado com uma amostra de 44 universitários de ambos os sexos, que frequentavam o curso de Educação Física da Universidade Santo Amaro (UNISA), no período diurno de 2016. Todos os alunos foram submetidos a um exame médico/clínico, anamnese, avaliação do nível de aptidão física e responderam ao Questionário de Prontidão de Atividade Física (*Physical Activity Readiness Questionnaire* - PAR-Q). A realização dos testes e protocolos de avaliação física serviu para identificar critérios de exclusão e para tornar os grupos homogêneos com relação ao nível de aptidão física dos participantes.

Os alunos selecionados foram divididos em três grupos, cujos integrantes foram submetidos à avaliação das dimensões e composição corporal, resistência aeróbica, resistência muscular localizada e dosagem do perfil lipídico antes e após oito semanas de intervenção.

## Definição dos grupos

Após a realização dos testes de avaliação física, os grupos foram assim definidos:

**Grupo 1:** controle, não realizou nenhum dos dois treinamentos;

**Grupo 2:** realizou o treinamento intervalado de curta duração, baseado no protocolo de quatro minutos<sup>11</sup>.

**Grupo 3:** realizou um treinamento intervalado de duração longa.

## Avaliação das Dimensões e Composição Corporal

Para a avaliação da composição corporal os sujeitos foram submetidos a exame de bioimpedância com a Balança de Controle Corporal ONROM HBF-510W, com *Full Body Sensor*, oferecendo cinco parâmetros corporais: porcentagem de gordura corporal (GC), gordura visceral (GV) massa magra (MM), IMC (índice de massa corporal) e peso corporal (PC).

## Avaliação da Resistência Aeróbica

Os três grupos realizaram uma Avaliação da Resistência Aeróbica (Teste de 12 minutos ou Teste de Cooper)<sup>10</sup>. O intuito foi medir a maior distância percorrida pelo avaliado durante os 12 minutos de duração do teste. De acordo com os resultados obtidos, os sujeitos foram classificados em cinco categorias diferentes (Material Suplementar), para serem correlacionados com o consumo de oxigênio e servir para calcular o  $VO_2$  máximo representado pela fórmula:  $(D - 504)/44$  ou  $(D - 504,1)/44,9$ , sendo D a distância percorrida e o resultado do  $VO_2$  máximo expresso em mL/Kg/min (Material Suplementar).

## Avaliação da Resistência Muscular Localizada (RML)

Para a avaliação da RML, foi identificado o tipo de movimento avaliado. Em cada segmento corporal há basicamente os movimentos de flexão ou de extensão. Desta forma, a escolha do exercício que compôs o teste foi baseada nos dois tipos de movimento utilizados: flexão de braços e flexão abdominal, ambos com TRM de 1 minuto. Uma vez determinado qual o tipo de movimento, os sujeitos executaram o movimento sustentando o peso do próprio corpo pelo maior número possível de vezes, mantendo a execução em toda a sua amplitude. Assim, foi registrado o número de repetições corretas realizadas em um minuto (Material Suplementar).

## Perfil lipídico

Amostras de sangue foram coletadas por meio de punção de veia periférica após 12 horas de jejum. O material foi armazenado em tubo seco e encaminhado para o laboratório de Análises Clínicas da Universidade Santo Amaro para as análises de perfil lipídico.

**Exercícios realizados**

A relação dos exercícios para os dois grupos que realizaram as intervenções foi composta na seguinte ordem: 1) *Skipping* Alto (educativo de corrida); 2) Flexão de Braços; 3) Abdominal Completo (remador); 4) Agachamento com Salto; 5) Polisapato (coordenativo de braços e pernas); 6) Flexão de Braços com remada alternada; 7) *Mountain Climber* (escalador de montanha); 8) Flexão invertida para tríceps (mergulho).

Os grupos 2 e 3 realizaram os mesmos exercícios com duração de 20 segundos cada, sendo na primeira sessão realizado em oito séries apenas o primeiro exercício (*Skipping*). Na segunda sessão, foi realizado de forma intercalada quatro vezes o *Skipping* e quatro vezes o segundo exercício (Flexão de Braços). Na terceira sessão acrescentou-se o terceiro exercício (Abdominal Completo), também intercalando até completar oito séries, e assim sucessivamente até todos os oito exercícios serem aplicados de forma intercalada com 20 segundos de duração até a oitava sessão. A partir da nona sessão até a décima sexta, foram realizados todos os exercícios de forma alternada e com 20 segundos de duração.

A única diferença entre os grupos 2 e 3 foi o tempo e tipo de pausa aplicada: o grupo 2 realizou os exercícios em oito séries de 20 segundos de duração e a pausa era de 10 segundos e de forma passiva (sem movimento). Em contrapartida, o grupo 3 realizou os exercícios em oito séries de 20 segundos cada com pausa ativa (com movimento) de um minuto e 30 segundos com corrida.

Todos os exercícios foram recomendados aos dois grupos, de forma a atingirem a maior intensidade possível em 20 segundos de execução e cada grupo foi monitorado e avisado sobre a sua pausa. Na metade da execução das séries, foi solicitado aos alunos dos dois grupos, que observassem a Tabela de Percepção Subjetiva de Esforço (Adaptada da Tabela de *Borg*)<sup>12</sup> e representarem, de forma ilustrativa, como estavam se sentindo durante a execução das intervenções.

Para análise dos resultados, foram aplicados três testes estatísticos de acordo com a homocedasticidade das variâncias e da distribuição das variáveis estudadas: Teste de Kruskal-Wallis, Teste do Quiquadrado e Teste de Wilcoxon. Considerou-se nível de significância para identificação de diferenças entre os grupos de comparação, o valor de  $p < 0,05$ .

O projeto foi desenvolvido após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Santo Amaro (parecer número 1.414.456). Os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Resultados**

Participaram do trabalho 44 alunos, sendo 59% homens. A idade mediana e intervalo interquartis foram calculados para cada um dos grupos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Idade mediana (e intervalo interquartis) dos estudantes de Educação Física. Universidade Santo Amaro. São Paulo, 2016.

Idade	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Mediana	23	21	20
Intervalo interquartis	19(35)	(19-25)	(19-29)

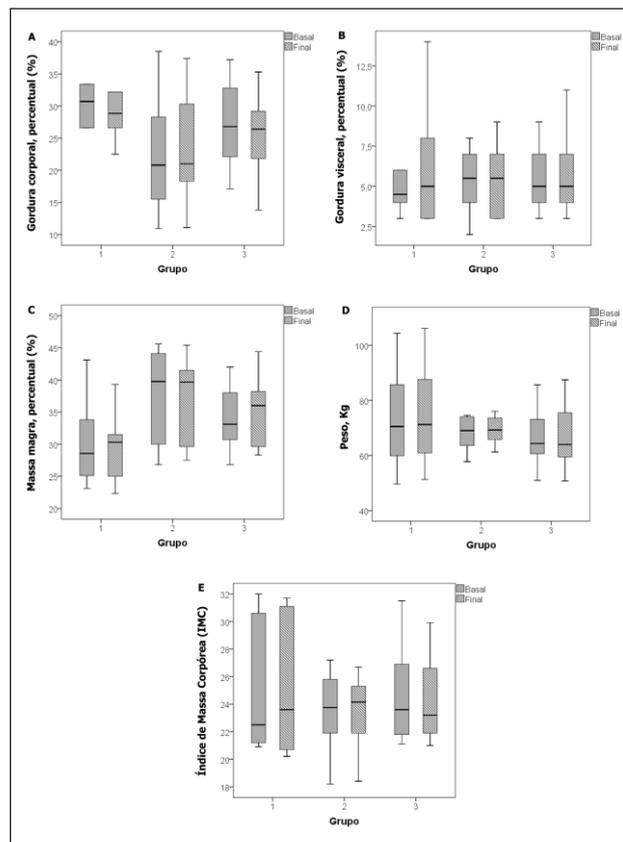
Após comparação entre o perfil lipídico dos alunos antes e após a intervenção, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, para todas as variáveis testadas (Teste de Wilcoxon) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Perfil lipídico dos estudantes de Educação Física. Universidade Santo Amaro. São Paulo, 2016.

Variável	Basal		Final		p
	Média	Erro-padrão	Média	Erro-padrão	
Colesterol total	182	9	184	11	0,11
LDL-C	111	8	114	8	0,11
HDL-C	54	3	53	3	0,55
VLDL-C	17	1	22	4	0,23
Triglicérides	87	8	90	11	0,51
Glicemia	91	2	87	1	0,27

Teste de Wilcoxon.

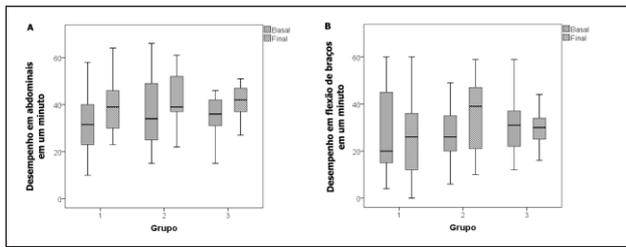
A composição corporal dos participantes foi obtida e comparada entre os grupos (gordura corporal, gordura visceral, massa magra, peso e índice de massa corpórea). Não houve diferenças estatisticamente significantes (Teste de Kruskal-Wallis,  $p$ =não significante para todas as variáveis) (Figura 1).



**Figura 1** - Composição corporal dos estudantes de Educação Física. Universidade Santo Amaro. São Paulo, 2016.

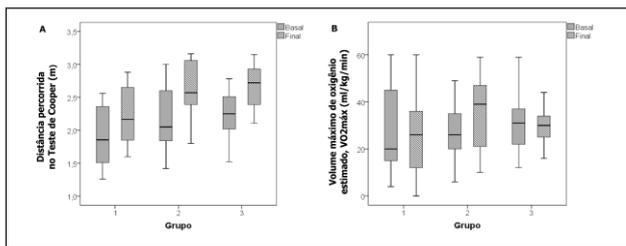
Após comparação da resistência muscular localizada (flexão abdominal e flexão de braços, em um minuto), também não foram obtidas diferenças significantes entre os três grupos (Teste de Kruskal-Wallis,  $p$ =não significante para as duas variáveis) (Figura 2).

Com relação à resistência aeróbia (teste de Cooper e  $VO_{2máx}$  estimado), os indivíduos do grupo 3 mostraram os melhores resultados para o teste de Cooper, quando comparados com os outros grupos,



**Figura 2** - Resistência muscular localizada dos estudantes de Educação Física. Universidade Santo Amaro. São Paulo, 2016.

sem diferenças significantes para o  $VO_2$  máx estimado (Teste de Kruskal-Wallis,  $p=0,04$  e  $p=$  não significativo, respectivamente) (Figura 3).



**Figura 3** - Avaliação da resistência aeróbica dos estudantes de Educação Física. Universidade Santo Amaro. São Paulo, 2016.

## Discussão

O principal objetivo do presente estudo foi investigar o impacto dos diferentes tempos de descanso (ativo ou passivo) no HIIT, por meio de duas intervenções, sendo um modelo de curta duração (8 estímulos de 20 segundos e 10 segundos de pausa passiva)<sup>11</sup> e outro de longa duração (8 estímulos de 20 segundos seguidos por 90 segundos de pausa ativa) (modificado de Impellizzeri 2008)<sup>12</sup>, diferenciando-se apenas nas pausas aplicadas entre um exercício e outro.

Ainda não há um consenso na literatura relacionado aos diferentes tempos de pausa bem como o melhor tipo (pausa ativa ou passiva) no Treinamento Intervalado<sup>13,16,17</sup>.

Apesar de amplo interesse e abrangência que o HIIT representa, é no momento da escolha do protocolo que os treinamentos apresentam a maior heterogeneidade. Ainda que todos coincidam em intercalar grande amplitude de intensidades, a densidade do treino não é consensual. Mesmo estudos recentes apresentam diferentes resultados, utilizando desde a maior preponderância de atividades até pausas demasiadamente longas. Além disso, nos estudos publicados até o momento, os treinos foram geralmente realizados em ergômetro ou pista de corrida. Ainda são escassos os estudos que utilizam exercícios calistênicos com padrões predominantemente funcionais na aplicação do HIIT, como agachar, empurrar, puxar, saltar, rotacionar, dentre outros<sup>18-21</sup>.

Em geral, o HIIT visa aumentar a sobrecarga fisiológica, psicológica e metabólica, maximizando o tempo dispendido em alta intensidade. Além disso, o HIIT é reconhecido como uma estratégia de treinamento tempo-eficiente para induzir adaptações semelhantes ou até mesmo superiores em comparação com o tradicio-

nal treinamento contínuo de intensidade moderada de acordo com uma série de marcadores de saúde<sup>22</sup>.

Muitos trabalhos que estudaram o HIIT avaliaram protocolos com corrida ou ciclismo em diversos modelos de prescrição<sup>23-26</sup>. O treinamento aqui proposto e testado teve como objetivo adaptar e criar um tipo de trabalho com exercícios integrados, como os educativos de corrida e os calistênicos, que utilizam o peso do próprio corpo.

Estudo com adolescentes comparou o HIIT com exercícios de intensidade moderada quanto à melhora da saúde após quatro semanas. Houve melhora significativa da aptidão cardiorrespiratória, IMC e percentual de gordura dos indivíduos do grupo com HIIT, em comparação com o grupo que realizou treinamento de intensidade moderada e com o grupo controle<sup>27</sup>.

Araújo *et al.*,<sup>28</sup> avaliaram 30 jovens obesos com idade entre 8 e 12 anos. Esses jovens foram divididos em dois grupos: o grupo aeróbico contínuo (ET) que realizou atividades a 80,0% da  $FC_{máx}$  durante 30/60 minutos e o grupo de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) que desenvolveu atividades a 100% da velocidade máxima intervalada com uma pausa ativa de 3 minutos a 50% da velocidade do exercício. Ambos os grupos mostraram melhorias significativas nos parâmetros relacionados à saúde nestes adolescentes obesos, porém a redução de gordura corporal foi maior no grupo HIIT, 2,6% comparado com 1,2% do grupo ET.

Hottenrott<sup>29</sup> conduziram um estudo de 12 semanas com corredores de recreação e avaliou a composição corporal. O grupo “weekend” que corria 2 horas e 30 minutos em duas sessões aos finais de semana e o grupo “afterwork” que fazia quatro sessões de 30 minutos de HIIT e uma sessão de 30 minutos de *endurance*, logo após o expediente de trabalho. O grupo *afterwork* mostrou uma redução significativa no percentual de gordura em comparação com o grupo *weekend*, além de uma melhora significativa no  $VO_2$  pico. Contrariamente, o presente estudo não identificou diferenças da composição corporal entre os grupos estudados.

Os testes que foram aplicados no presente estudo, antes e após a intervenção, representavam a capacidade aeróbica ( $VO_2$  máx estimado e Teste de 12 minutos de Cooper), a capacidade Neuromuscular (flexão abdominal e flexão de braços em um minuto) e as alterações que poderiam ocorrer com relação à composição corporal, como: IMC, gordura corporal, gordura visceral, massa magra e peso corporal.

O grupo que realizou o treinamento de longa duração apresentou maior resistência aeróbica de acordo com distância percorrida no Teste de Cooper. Tal achado sugere que a pausa ativa realizada por esse grupo tenha promovido maiores benefícios em termos de resistência aeróbica.

Por outro lado, os treinamentos intervalados de alta intensidade de curta e longa duração não apresentaram resultados significantes no aspecto neuromuscular, composição corporal e  $VO_2$  máx estimado. Trabalho realizado com mulheres obesas comparou o treinamento intervalado de alta intensidade com uma intervenção de atividade contínua e analisaram o  $VO_2$  máx e composição corporal. Houve redução de peso, IMC, gordura corporal e gordura visceral, após cinco semanas de treinamento com as duas estratégias utilizadas<sup>30</sup>.

Outro estudo envolveu adolescentes, que realizaram HIIT ou treinamento de intensidade moderada. O HIIT melhorou significativamente a aptidão cardiorrespiratória, IMC e percentual de gordura, em comparação com o treinamento de intensidade moderada<sup>31</sup>.

No presente trabalho, não houve diferenças na maior parte das variáveis testadas, o que pode estar relacionado à dificuldade de detectar melhoras mesmo que discretas nas variáveis fisiológicas após HIIT. A continuidade, um princípio de treinamento fundamental, o aprimoramento da técnica de execução aos exercícios propostos e a aptidão fisiológica dos estímulos aplicados aos dois grupos, podem não ser suficientemente sensíveis para este fim.

Portanto, este treinamento pode não resultar em alteração na percepção subjetiva de esforço em período de apenas oito semanas de treinamento com duas sessões em cada uma. Pode-se considerar que o aumento do número de sessões poderia acarretar maio-

res impactos, mas são necessários outros estudos para confirmar esta hipótese.

Uma das limitações do presente estudo foi a não realização da medida direta do VO<sub>2</sub>máx. Entretanto, Costa encontrou uma alta correlação entre o consumo máximo de oxigênio predito pelo Teste de Cooper de 12 minutos e a medida direta dessa variável (VO<sub>2</sub>máx) em adultos jovens do gênero masculino e feminino<sup>32</sup>.

Os treinamentos intervalados de alta intensidade de curta e longa duração propostos no presente trabalho não apresentaram resultados significantes para as variáveis estudadas, com exceção da melhor resistência aeróbica encontrada no grupo que realizou o treinamento de longa duração.

Por fim, estudos adicionais que avaliem uma maior frequência, intensidade e duração dos protocolos e intervenções em sua continuidade devem ser executados para esclarecer os efeitos do HIIT corroborando ou não com os resultados apresentados no presente trabalho.

## Referências

- Paton CD, Hopkins WG. Effects of High Intensity Training or Performance and Physiology of Endurance Athletes. *Sports Science*, 2004; 8: 25-40.
- Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimizing training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*, 2002; 32: 53-73.
- Berger NJ, Tolfrey K, Williams AG, Jones AM. Influence of continuous and interval training on oxygen uptake on-kinetics. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38: 504-512.
- Jung ME, Bourne JE, Beauchamp MR, Robinson E, Little JP. High-intensity interval training as an efficacious alternative to moderate intensity continuous training for adults with prediabetes. *J Diabetes Res*, 2015; 2015: 1-9.
- Elmer DJ, Laird RH, Barberio MD, Pascoe DD. Inflammatory, lipid and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *Eur J Appl Physiol*, 2016; 116(3): 601-609.
- Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*, 2014; 39(3): 409-412.
- Greer BK, Sirithienthad P, Moffatt RJ, Marcello RT, Panton LB. EPOC comparison between isocaloric bouts of steady-state aerobic, intermittent aerobic, and resistance training. *Res Q Exerc Sport*, 2015; 86(2): 190-195.
- Botonis PG, Toubekis AG, Platanou TI. Concurrent Strength and Interval Endurance Training in Elite Water Polo Players. *J Strength Cond Res*, 2016; 30: 126-133.
- Iacono AD, Eliakim A, Meckel Y. Improving fitness of elite handball players: small-sided games versus high-intensity intermitente training. *J Strength Cond Res*, 2015; 29(3): 835-843.
- Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Med*, 2013; 43: 313-338.
- Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity. *Med Sci Sports Exerc*, 1996; 28(10): 1327-1330.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti NA, Castagna C, Bizzini M, Wisloff U. Effects of aerobic training on the exercise-induced decline in short-passing ability in junior soccer players. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008; 33: 1192-1198.
- Burgomaster KA, Cermak NM, Phillips SM, Benton CR, Bonen A, Gibala MJ. Divergent response of metabolite transport proteins in humans skeletal muscle after sprint interval training and detraining. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2007; 292: R1970-R1976.
- Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Preen D, Polglaze T, Fitzsimons, et al. Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. *Scand J Med Sci Sports*, 1997; 7: 206-213.
- Freese EC, Acitelli RM, Gist NH, Cureton KJ, Evans EM, O'Connor PJ. Effect of six weeks of sprint interval training on mood and perceived health in women at risk for metabolic syndrome. *J Sport Exerc Physiol*, 2014; 36: 610-618.
- Dupont G, Millet GP, Gunhouya C, Berthoin S. Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *Eur J Appl Physiol*, 2005; 95: 27-34.
- Edge J, Bishop D, Goodman C. Altering the rest interval during high intensity interval training does not affect muscle or performance adaptations. *Exp Physiol*, 2013; 98: 481-490.
- Buckley S, Knapp K, Lackle A, Lewry C, Horvey K, Benko C, et al. Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2015; 40(11): 1157-1162.
- DiBlasio A, Izzicupo P, Tacconi L, Di Santo S, Leogrande M, Bucci I, et al. Acute and delayed effects of high-intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *J Sports Med Phys Fitness*, 2016; 56(3): 192-199.
- Mc Rae G, Payne A, Zelt JG, Scribbans TD, Jung ME, Little JP, et al. Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2012; 37(6): 1124-1131.
- Paoli A, Moro T, Marcolin G, Neri M, Bianco A, Palma A, et al. High intensity interval resistance training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Trans Med*, 2012; 10: 237.
- Gibala MJ, Jones AM. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. *Nestle Nutri Inst Workshop Ser*, 2013; 76: 51-60.

23. García-Pinillos F, Cámara-Pérez JC, Soto-Hermoso VM, Latorre-Román PÁ. A High Intensity Interval Training (HIIT)-Based Running Plan Improves Athletic Performance by Improving Muscle Power. *J Strength Cond Res*, 2017; 31: 146-153.
24. Keogh JW, Grigg J, Vertullo CJ. Is Home-Based, High-Intensity Interval Training Cycling Feasible and Safe for Patients With Knee Osteoarthritis?: Study Protocol for a Randomized Pilot Study. *Orthop J Sports Med*, 2017; 5:2325967117694334.
25. Tsitkanou S, Spengos K, Stasinaki AN, Zaras N, Bogdanis G, Papadimas G, et al. Effects of high-intensity interval cycling performed after resistance training on muscle strength and hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*, 2017; 27: 1317-1327.
26. Scharf M, Schmid A, Kemmler W, von Stengel S, May MS, Wuest W, et al. Myocardial adaptation to high-intensity (interval) training in previously untrained men with a longitudinal cardiovascular magnetic resonance imaging study (Running Study and Heart Trial). *Circ Cardiovasc Imaging*, 2015; 8: e002566.
27. Costigan SA, Eather N, Plotnikoff RC, Taaffe DR, Lubans DR. High-Intensity Interval Training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2015; 49(19): 1253-1261.
28. 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: 42747.
29. Hottenrott K, Ludyga S, Schulze S. Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *J Sports Sci Med*, 2012; 11(3): 483-488.
30. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 2016; 11: e0158589.
31. Costigan SA, Eather N, Plotnikoff RC, Taaffe DR, Lubans DR. High-Intensity Interval Training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2015; 49: 1253-1261.
32. Costa EC. Validade da medida do consumo máximo de oxigênio predito pelo Teste de Cooper de 12 minutos em adultos jovens sedentários. *Rev Desp Saúde*, 2008; 4: 5-10.