

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO COM DIFERENTES
TIPOS DE PAUSAS NO GASTO ENERGÉTICO E TAXA DE
OXIDAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS**

MÁRCIO ANTÔNIO GONSALVES SINDORF

PIRACICABA-SP

2014

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO COM DIFERENTES
TIPOS DE PAUSAS NO GASTO ENERGÉTICO E TAXA DE
OXIDAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS**

MÁRCIO ANTÔNIO GONSALVES SINDORF

Orientador Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba como pré-requisito para o exame de defesa nível de Mestrado na Área de Concentração Movimento Humano e Esporte.

PIRACICABA-SP

2014

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Luciene Cristina Correa Ferreira CRB-8/ 8235

S615e Sindorf, Márcio Antônio Gonsalves.
Efeitos do treinamento intervalado com diferentes tipos de pausas no gasto energético e taxa de oxidação de substratos energéticos: pausas no treinamento intervalado. / Márcio Antônio Gonsalves Sindorf. – Piracicaba, SP: [s.n.], 2014.
41f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências da Saúde / Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Universidade Metodista de Piracicaba, 2014.

Orientador: Dr. Charles Ricardo Lopes

Inclui Bibliografia

1. Educação Física. I. Lopes, Charles Ricardo. II. Universidade Metodista de Piracicaba. II Título.

CDU 796.4

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

BANCA EXAMINADORA:

Professor Doutor Charles Ricardo Lopes
Mestrado em Educação Física – FACIS
Universidade Metodista de Piracicaba – SP

Professor Doutor Marcelo de Castro César
Mestrado em Educação Física – FACIS
Universidade Metodista de Piracicaba-SP

Professor Doutor Alexandre Lopes Evangelista
Coordenador de Cursos de Pós Graduação Lato Sensu –
Universidade Gama Filho

Observações: _____

DATA: 26/02/2014

Piracicaba – SP

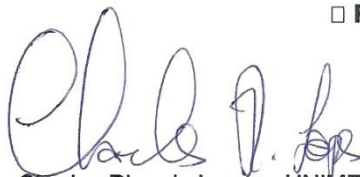
ATA DE DEFESA PÚBLICA DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Aos vinte e seis dias do mês de fevereiro de 2014, às dezesseis horas, na Sala 207T13, do *Campus Taquaral*, o aluno **MÁRCIO ANTÔNIO GONSALVES SINDORF**, Bacharel em Educação Física pela Universidade Metodista de São Paulo, submeteu-se à Defesa Pública de Dissertação de Mestrado em Educação Física, desta Universidade, com o trabalho intitulado: “EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO COM DIFERENTES TIPOS DE PAUSAS NO GASTO ENERGÉTICO E TAXA DE OXIDAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS”. A Banca Examinadora foi composta por: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes, Orientador e Presidente da Banca, Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas; Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar, Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo e Prof. Dr. Alexandre Lopes Evangelista, Doutor em Oncologia pela Fundação Antônio Prudente. Após apresentação e arguição, o aluno foi considerado:

Aprovado

Reprovado

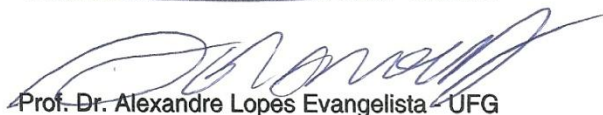
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes - UNIMEP
(Presidente)



Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar - UNIMEP



Prof. Dr. Alexandre Lopes Evangelista - UFG

A Defesa Pública foi encerrada, e para constar, eu, Dulce Helena dos Santos, confiro e assino a presente Ata juntamente com os integrantes da Banca Examinadora e a Prof. Dr. Guanís de Barros Vilela Junior, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Metodista de Piracicaba.



Dulce Helena dos Santos
Secretaria de Atendimento Integrado
de Pós-Graduação



Prof. Dr. Guanís de Barros Vilela Junior
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Coordenador

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros cardiopulmonares durante e após sessões de TI com diferentes tipos de pausas em sujeitos fisicamente ativos. Participaram deste estudo oito sujeitos fisicamente ativos (Massa: $75,00 \pm 10,52$ kg; Estatura: $1,74 \pm 0,04$ m; Idade: $28,00 \pm 3,78$ anos). Todos os sujeitos realizaram uma avaliação cardiorrespiratória para determinação do LV, PCR e vVO_2 max. Após a avaliação cardiorrespiratória os sujeitos realizaram quatro sessões de TI com diferentes tipos de pausas entre os esforços (Passiva curta-PC; Passiva longa-PL; Ativa curta-AC; Ativa longa-AL). Os esforços das sessões de TI foram realizados na vVO_2 max. Durante as sessões de treinos foram realizadas mensurações do VO_2 , VCO_2 , R, FC, Pulso de O_2 , VE, VE/VO_2 , VE/VCO_2 e GE, no período de recuperação pós-sessão de treino foram realizadas mensurações do VO_2 , R, GE e taxa de oxidação de lipídios e CHO por até 120 min. Para análise dos dados, foi aplicada a ANOVA (one-way) com fator de correção medidas repetidas com o *post test* de Tukey, também foi calculado o tamanho do efeito para as variáveis analisadas. As sessões de treinos com pausa ativa apresentaram maior VO_2 , GE (kcal/min) e menores valores de VE/VO_2 em comparação com as sessões com pausas passivas. A pausa PL foi a que apresentou maior VE/VCO_2 e menor Pulso de O_2 . A FC na PL foi menor em relação às ativas e a FC na PC foi inferior em relação a AL. O R durante as sessões PL, AC e AL não apresentaram diferenças, somente a PC foi superior a AL. A pausa AL teve maior GE total, seguido pela PL e depois pelas pausas curtas. O VO_2 ficou elevado por até 15 min pós-sessão de treino e a oxidação de CHO ficou baixa, a oxidação de lipídios aumentou 60 min pós-sessão de treino. Não houve diferença no VO_2 , GE e oxidação de lipídios e CHO entre as sessões no período pós-sessão de treino.

Palavras-chave: Consumo de oxigênio, treinamento de *endurance*, gasto energético, lipídios.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the cardiopulmonary parameters during and after IT sessions with different types of recoveries in physically active subjects. Participated eight physically active subjects (weight: 75.00 ± 10.52 kg, height: 1.74 ± 0.04 m; Age: 28.00 ± 3.78 years). All subjects performed a cardiorespiratory evaluation to determine VT, PCR and $v\text{VO}_2\text{max}$. After cardiorespiratory evaluation subjects performed four sessions of IT with different types of recoveries between efforts (Passive Short-PS; Passive long-PL; Active short-AS; Active long-AL). The efforts of the IT sessions were conducted in $v\text{VO}_2\text{max}$. During practice sessions measurements of VO_2 , VCO_2 , RER, HR, Pulse of O_2 , VE, VE/VO_2 , VE/VCO_2 and GE were held, in the recovery period of post-training session, measurements of VO_2 , RER, GE and rate of oxidation of lipids and CHO were performed for 120 min . Data analysis was applied to ANOVA (one-way) with repeated measures correction and Tukey post test factor, also the effect size for the analyzed variables was calculated. Practice sessions with active recoveries had higher VO_2 , GE (kcal/min) and lower values of VE/VO_2 compared to sessions with passive recoveries. The PL recovery showed the highest VE/VCO_2 and lowest Pulse of O_2 . The HR in PL was lower compared to the actives recoveries and HR in PS was lower than in AL. The RER during PL, AS and AL sessions presented no differences, only the PS was higher than AL. The AL had higher GE Total, followed by PL and then by short recoveries. The VO_2 remained elevated for up to 15 min post-training session and CHO oxidation was lower, lipid oxidation increased up to 60 min post-training session. There was no difference in VO_2 , GE and oxidation of lipids and CHO between sessions in the post-training session.

Keywords: Oxygen consumption, endurance training, energy expenditure, lipid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho experimental do estudo.....	21
Figura 2 – Comparação do consumo de oxigênio (VO_2) entre as sessões de treinos e entre momentos pós-sessão de treino.....	29
Figura 3 – Comparação do tempo total das sessões de treinos em minutos.....	29
Figura 4 – Comparação da razão das trocas gasosas (R) entre as sessões de treinos e entre momentos pós-sessão de treino.....	32
Figura 5 – Comparação da taxa de oxidação de lipídios nos momentos 60 e 120 min de recuperação pós-sessão de treino em relação ao momento pré.....	33
Figura 6 – Comparação da taxa de CHO nos momentos 60 e 120 min de recuperação pós-sessão de treino em relação ao momento pré.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados descritivos da avaliação cardiorrespiratória.....26

Tabela 2 – Comparação das medidas cardiorrespiratórias durante as sessões de treinos.....27

Tabela 3 – Tamanho do efeito (TE) do VO_2 e R durante as sessões de treinos28

Tabela 4 – Comparação do GE entre as sessões de treinos no período pré-exercício, exercício e pós-sessão de treino.....31

Tabela 5 – Tamanho do efeito (TE) do GE durante as sessões de treinos.....32

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1.	Gasto energético (GE) e utilização de carboidratos (CHO) e lipídios no treinamento intervalado (TI).....	13
2.1.1.	GE e utilização de CHO e lipídios durante o TI.....	13
2.1.2.	GE e utilização de CHO e lipídios após o TI.....	15
3.	OBJETIVOS.....	19
3.1.	Objetivos gerais.....	19
3.2.	Objetivos específicos.....	19
4.	MÉTODOS.....	20
4.1	Casuística.....	20
4.2	Procedimentos.....	20
4.2.1	Avaliação Cardiorrespiratória.....	21
4.2.2	Sessões de Treinos.....	22
4.2.3	Mensurações Pós Sessão de Treino.....	23
4.2.4	Mensurações pós Sessão de Treino.....	24
4.2.5	Cálculos Metabólicos.....	24
4.3	Análise Estatística.....	25
5.	RESULTADOS.....	26
6.	DISCUSSÃO.....	35
7.	CONCLUSÕES.....	39
8.	REFERÊNCIAS.....	40

1.INTRODUÇÃO

O baixo nível de exercícios físicos e o estilo de vida sedentário são considerados importantes fatores de risco para o desenvolvimento do sobrepeso e obesidade (WILKIN et al., 2012; SCHEERS et al., 2013), enquanto que a prática regular de exercícios físicos é considerado como fator importante para prevenção de ganho de peso e tratamento da obesidade (ACSM, 2011).

Em programas de exercícios físicos visando o emagrecimento, tem sido recomendado a prática de exercícios de moderada intensidade, isso porque a principal fonte de energia nesse tipo de exercício é derivado da oxidação dos lipídios. No entanto, em exercícios de alta intensidade, como o treinamento intervalado (TI), apresentam um alto dispêndio energético, podendo atingir as recomendações de gasto calórico proposto pelo *American College of Sports Medicine (ACSM)* (~150-400 kcal por dia com atividade física e/ou exercício) (ACSM, 2007; MALATESTA et al, 2009).

O TI envolve repetitivos estímulos de treino, de curta e/ou longa duração, de alta intensidade separados por períodos de descanso (pausa ativa ou passiva) (BILLAT, 2001). A prescrição do TI envolve a manipulação de pelo menos nove variáveis (intensidade e duração do esforço; intensidade e duração da pausa; modalidade de exercício; número de repetições, números de séries; intensidade e duração da recuperação entre séries e frequência semanal) (BUCHHEIT e LAURSEN, 2013). A pausa entre as repetições e séries no TI é tão importante quanto o estímulo do treino, pois por meio de sua manipulação é possível dimensionar a intensidade do treino (IAIA e BANGSBO, 2010), principalmente em função da disponibilidade de substratos energéticos para os estímulos subsequentes (BILLAT, 2001; BOGDANIS et al., 1995).

Os protocolos de TI podem ser caracterizados por esforços de longa duração (~ 3 min) ou de curta duração (~30 s), a intensidade varia entre 70-100% do $VO_2\text{max}$ e a razão esforço/pausa geralmente é 1:1 (ZUNIGA et al., 2011). Matsuo et al. (2012a) analisaram o gasto energético (GE) de uma sessão de curta duração (7 séries de de 30 s a 120% do $vVO_2\text{max}$ intercalados por 15 s de pausa passiva) e outra de longa duração (3 séries de 3 min a 80-

90% do VO_2 max intercalados por 2 min de pausa ativa a 50% do VO_2 max), os autores concluíram que o protocolo de longa duração apresentou maior GE.

A principal fonte de energia durante o TI é derivado da oxidação dos carboidratos (CHO), sendo importante a oxidação de lipídios nos momentos de recuperação das repetições e séries, também quando o período de exercício se prolonga (MACLAREN e MORTON, 2012). Diferentes tempos de pausa no TI influenciam a participação dos lipídios e CHO para a produção de energia (CHRISTMASS et al., 2001; PRICE e HALABI, 2005; BUCHHEIT e LAURSEN, 2013). Quando se diminui o tempo de pausa entre as repetições no TI a participação do metabolismo anaeróbico láctico para produção de energia aumenta (BUCHHEIT e LAURSEN, 2013). Também se aumenta a participação da glicólise anaeróbia para produção de energia quando se aumenta o tempo dos esforços no TI, mesmo mantendo a mesma razão esforço/pausa e tempo total de exercício (CHRISTYMASS et al., 2001; PRICE e HALABI, 2005).

O TI mostra-se eficiente em aumentar o consumo de oxigênio pós exercício (EPOC) (LAFORGIA et al., 1997). Alguns estudos tem observado que a magnitude do EPOC está relacionada com a intensidade e duração da sessão de treino (BORSHEIM et al., 2003). Kaikkonen et al. (2012) analisaram o EPOC em três protocolos de TI, e observaram maior magnitude do EPOC e lactato pico no protocolo com maior intensidade. Os estudos tem mostrado que o TI afeta principalmente a fase rápida do EPOC (de 30 minutos a uma hora) (WILLIANMS et al., 2013; CHAN, BURNS, 2013; KELLY et al., 2013), no entanto, a taxa de oxidação de lipídeos após uma sessão de TI pode ficar aumentada de duas a três horas (MALATESTA et al., 2009; CHAN, BURNS, 2013).

O TI também tem se mostrado eficiente na taxa de oxidação de lipídios no período pós sessão (MALATESTA et al, 2009; CHAN; BURNS, 2013). Chan e Burns. (2013) mostraram que a taxa de oxidação de lipídios foi aumentada em 75% após duas horas de recuperação quando comparado com valores de repouso.

Os estudos mostram que o TI é um bom método de treino para elevar o GE da sessão de treino, EPOC e taxa de oxidação de lipídios pós-sessão de

treino. No entanto, os efeitos do TI com diferentes tipos e tempos de pausas no GE e taxa de oxidação de substratos energéticos ainda precisam ser investigados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Gasto energético (GE) e utilização de carboidratos (CHO) e lipídios no treinamento intervalado (TI)

2.1.1. GE e utilização de CHO e lipídios durante o TI

Tradicionalmente, os exercícios aeróbios de intensidade moderada tem sido recomendados para o emagrecimento, isso porque a proporção de lipídios em relação aos combustíveis oxidados é maior do que durante exercícios de alta intensidade (CARNEVALI et al., 2011). No entanto, o TI tem se mostrado eficiente para se atingir as recomendações de dispêndio energético do *American College of Sports Medicine (ACSM)* (~150-400 kcal por dia com atividade física e/ou exercício) (ACSM, 2007; MALATESTA et al, 2009).

Os protocolos de TI mais utilizados por atletas de endurance são os de curta duração (repetições de 30 s com 30 s de pausa) ou de longa duração (repetições de 3 min com 3 min de pausa), a intensidade varia entre 70-100% do VO_2max (ZUNIGA et al., 2011). Dentro dessa proposta de protocolos de curta e longa duração, Matsuo et al. (2012) analisaram o GE de uma sessão de curta duração (7 repetições de 30 s a 120% do vVO_2max intercalados por 15 s de pausa passiva) e outra de longa duração (3 repetições de 3 min a 80-90% do vVO_2max intercalados por 2 min de pausa ativa a 50% do VO_2max), os autores concluíram que o protocolo de longa duração apresentou maior GE (161 vs 77 kcal), Isto representa o limite inferior das recomendações de dispêndio energético proposto pelo *ACSM*.

Em contrapartida Malatesta et al. (2009) analisaram o GE em um protocolo que consistiu de repetições de um min a 80% da potência máxima

(determinada em teste incremental máximo) intercalados por pausa ativa a 40% da potência máxima por 34 min. Os autores reportaram um GE total de ~553 kcal, o que representa o limite superior das recomendações de dispêndio energético do ACSM.

Pode-se manipular pelo menos nove variáveis no TI (BUCHHEIT e LAURSEN, 2013), e uma delas é a pausa entre as repetições e séries, que pode dimensionar o caráter metabólico da sessão de treino em função da disponibilidade de substratos energéticos para os estímulos subsequentes (DUPONT et al., 2004; IAIA e BANGSBO, 2010), pode ter efeito no dispêndio energético da sessão de treino. Os estudos de Malatesta et al. (2009) e Matsuo et al. (2012) encontraram que o TI é um modo eficaz para se atingir as recomendações de dispêndio energético, entretanto, não investigaram os efeitos dos diferentes tipos de pausa.

Malatesta et al. (2009) analisaram a contribuição de oxidação de CHO e lipídios durante uma sessão de TI. Os autores mostraram que das ~553 kcal gastas ~512 kcal foram da oxidação de CHO, sendo que a oxidação de lipídios foi predominante no período de recuperação pós sessão de treino.

Diferentes tempos de pausa no TI influenciam a participação dos lipídios e CHO para a produção de energia (CHRISTMASS et al., 2001; PRICE e HALABI, 2005; BUCHHEIT e LAURSEN, 2013). Christmass et al. (2001) examinaram a oxidação de CHO e lipídeos em protocolo com repetições curtas (6 s com 9 s de pausa) e longas (24 s com 36 s de pausa) a 120% do VO₂max por 40 min. O protocolo de longa duração apresentou maior oxidação de CHO e menor oxidação de lipídios. Os resultados do trabalho de Christmass et al. (2001) foram confirmados pelos achados de Price e Halabi (2005) e Price e Moss (2007), encontraram maior demanda metabólico e utilização de CHO com protocolos de repetições e pausas mais longas, mesmo mantendo a mesma razão esforço/pausa entre os protocolos.

Também se aumenta a participação da glicólise anaeróbia para produção de energia quando se diminui o tempo de pausa entre as repetições no TI (BUCHHEIT e LAURSEN, 2013). A intensidade da pausa entre as

repetições e séries também pode influenciar na oxidação dos substratos energéticos durante a sessão de treino, pois a pausa ativa proporciona maior demanda metabólica em relação a pausa passiva (DUPONT et al., 2004).

Aumentar o tempo de permanência em exercício no TI, mesmo mantendo a mesma razão esforço/pausa, altera a contribuição dos lipídios e CHO para produção de energia (CHRISTYMASS et al., 2001; PRICE e HALABI, 2005; PRICE e MOSS, 2007). Portanto, pode-se deduzir que a manipulação da pausa no TI pode influenciar na oxidação dos lipídios e CHO, pois o tempo (TOUBEKIS et al., 2005) e a intensidade das pausas (DUPONT et al., 2004) afetam a duração dos esforços no TI. No entanto, os estudos citados não investigaram os efeitos da manipulação da pausa na oxidação dos substratos energéticos, que pode ser inferido de maneira indireta por meio da razão das trocas gasosas (R) e concentrações de lactato (PRICE e HALABI, 2005).

2.1.2. GE e utilização de CHO e lipídios após o TI

Apesar de estar bem documentado na literatura os efeitos do TI nos benefícios cardiorrespiratórios, metabólicos e na composição corporal (GIBALA, LITTLE, 2010; BOUTCHER, 2010), o GE e a oxidação de substratos energéticos no período pós sessão de treino ainda não estão bem elucidados (MALATESTA et al., 2009; HAZELL et al., 2012; WILLIANMS et al., 2013; CHAN, BURNS, 2013; KELLY et al., 2013).

O EPOC pode ser dividido em duas partes, a parte do componente rápido e componente lento (KELLY et al., 2013). O componente rápido está relacionado com as respostas fisiológicas que acontecem na primeira hora pós sessão de treino, enquanto que o componente lento compreende tudo o que acontece após a primeira hora (BORSHEIM, BAHR, 2003). Os mecanismos responsáveis pelo componente rápido do EPOC podem ser atribuídos ao reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios, energia necessária para a reconversão do lactato em glicose, aumento da temperatura corporal, da hiperemia e da ventilação

elevada (BANGSBO et al., 1990; BORSHEIM, BAHR, 2003). Em relação ao componente lento do EPOC, pode ser atribuído o aumento das catecolaminas que pode estimular a respiração mitocondrial, lipólise e oxidação de lipídios (MULLA et al., 2000), podendo levar a um aumento na taxa de oxidação de lipídeos por várias horas após a sessão de treino (LARSEN et al., 2013).

Tem sido proposto que a magnitude do EPOC está relacionada com a intensidade e duração da sessão de treino (BORSHEIM, BAHR, 2003). Laforgia et al. (1997) mensuraram o EPOC por nove horas em uma sessão de corrida contínua (30 min a 70% do VO_2 max) e uma sessão de TI supramáxima (20 repetições de um min a 105% do VO_2 max com intervalo de repouso de dois min). Neste estudo o EPOC foi significativamente maior na corrida intervalada, ficou evidente a relação entre intensidade e magnitude do EPOC.

Kaikkonen et al. (2012), analisaram o EPOC por 15 min em três protocolos de TI, os protocolos foram: 1) duas séries com seis repetições de 250 m com pausa de 30 s entre as repetições e cinco min entre as séries, a intensidade foi a 85% da velocidade máxima atingida em teste incremental máximo (V_{max}); 2) duas séries de três repetições de 500 m com pausa de um min entre as repetições e cinco min entre as séries (85% V_{max}); 3) duas séries com seis repetições de 250 m com pausa de 30 s entre as repetições e cinco min entre as séries (105% V_{max}). O protocolo com maior intensidade (105% V_{max}) apresentou maiores valores de percepção subjetiva de esforço, lactato, *training impulse (Trimp)* e EPOC.

Matsuo et al. (2012b), analisaram o EPOC por 180 min em dois protocolos de TI, um com repetições curtas (30 s; 120% do VO_2 max) e outro com repetições longas (3 min; 80-90% do VO_2 max). Os autores mostraram uma tendência do EPOC ser maior no protocolo de repetições curtas, mas a diferença entre eles não foi significativa. Apesar de não terem encontrado diferença entre os protocolos, os estudos indicam que a intensidade é um fator importante para aumentar a magnitude e duração do EPOC (GORE, WITHERS, 1990; BORSHEIM, BAHR, 2003; KAIKKONEN et al., 2012).

Kelly et al.(2013) analisaram o GE e o R por 11 horas após duas sessões de TI em homens destreinados. Os protocolos utilizados neste estudo foram realizados em cicloergômetro e foram específicos para sujeitos destreinados e/ou pacientes clínicos. Os protocolos foram: 1) dez repetições de um min a ~90% da FCmax com pausa ativa de um min a 50 W; 2) dez repetições de quatro min a ~85% do VO₂max com pausa ativa de dois min a 50 W. Foi observado aumento no GE durante a fase rápida do EPOC, junto com baixos valores de R, indicando maior oxidação de lipídios durante esta fase. Não houve diferença entre os protocolos e nem durante a fase lenta do EPOC.

No estudo de Kelly et al.(2013), os autores concluem que apesar de haver alterações significantes durante a fase rápida do EPOC, o efeito é relativamente pequeno e transitório, pois o GE durante as sessões de treinos foram mais importantes do que o EPOC. Outros estudos que utilizaram protocolos mais intensos (30 s Wingate) também encontraram EPOC com pouca duração (WILLIANMS et al., 2013; CHAN, BURNS, 2013). Chan e Burns (2013), utilizaram protocolo com quatro wingates sprints separados por três min de pausa ativa a 50 Watts. O VO₂ ficou aumentado por apenas 30 min, sendo que os valores do R começaram a baixar a partir dos 30 min e perdurou até os 90 min em relação aos valores de repouso, a taxa de oxidação de lipídios permaneceu aumentada durante as duas horas da recuperação em comparação ao grupo controle. Os estudos de Kelly et al.(2013) e Chan e Burns (2013), mostram que independente do protocolo ser máximo ou submáximo, o EPOC é afetado somente na fase rápida.

Os estudos tem mostrado que o TI afeta principalmente a fase rápida do EPOC (WILLIANMS et al., 2013; CHAN, BURNS, 2013; KELLY et al., 2013), no entanto, a taxa de oxidação de lipídios após uma sessão de TI pode ficar aumentada de duas a três horas, podendo contribuir para o controle do peso corporal (MALATESTA et al., 2009; CHAN, BURNS, 2013)

Estudos recentes mostraram os efeitos do TI no EPOC e na taxa de oxidação de substratos energéticos (MALATESTA et al., 2009; WILLIANMS et al., 2013; CHAN, BURNS, 2013; KELLY et al., 2013), no entanto, nenhum deles

investigaram a manipulação das variáveis do TI, em especial as pausas entre repetições e séries, pois a manipulação desta variável pode alterar o caráter metabólico da sessão de treino (DUPONT et al., 2004; IAIA e BANGSBO, 2010) e conseqüentemente o desempenho da sessão de treino (TOUBEKIS et al., 2005).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos gerais

Avaliar e comparar as respostas cardiopulmonares agudas de quatro protocolos de TI com diferentes tipos e tempos de pausa entre os esforços.

3.2. Objetivos específicos

- I. Avaliar e comparar as respostas do consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono, razão das trocas respiratórias, equivalente ventilatório para o oxigênio e dióxido de carbono, frequência cardíaca, pulso de oxigênio, gasto energético e desempenho entre sessões de TI com pausas passiva longa, passiva curta, ativa longa e ativa curta entre os esforços.
- II. Avaliar e comparar no período pós-sessão de treino, nos tempos de 15 minutos, 30 minutos, 60 minutos e 120 minutos, as respostas do consumo de oxigênio, razão das trocas respiratórias e taxa de oxidação de lipídios e carboidratos entre sessões de TI com pausas passiva longa, passiva curta, ativa longa e ativa curta entre os esforços.

4. MÉTODOS

4.1 Casuística

Participaram deste estudo oito sujeitos fisicamente ativos, saudáveis, não tabagistas, baixo risco e com experiência mínima de seis meses em treinamento de endurance como corrida e/ou ciclismo (massa: $75,00 \pm 10,52$ kg; estatura: $1,74 \pm 0,04$ m; idade: $28,00 \pm 3,78$ anos; IMC: $24,72 \pm 3,22$ kg/m²).

Como critério de inclusão, os sujeitos deveriam ter no mínimo a aptidão cardiorrespiratória classificada como boa (AHA, 1972), ser considerado como baixo risco para eventos cardiovasculares em exercícios de alta intensidade de acordo com as diretrizes do ACSM (ACSM, 2007) e estar em treinamento regular de endurance.

Após a explicação do projeto, os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP-UNICAMP), sob protocolo 523/2010.

4.2 Procedimentos

Os sujeitos realizaram cinco encontros no laboratório em cinco dias não consecutivos, separados por período de 5-7 dias. O primeiro dia foi destinado para realizar uma entrevista inicial com a explicação do projeto, avaliação da saúde por meio de uma anamnese (CESAR et al., 2011), para descartar contraindicações aos procedimentos do estudo, e avaliação cardiorrespiratória. Os outros quatro dias foram destinados a realização das sessões de TI com mensuração das variáveis cardiorrespiratórias. A figura 1 ilustra o desenho experimental dos procedimentos do estudo.

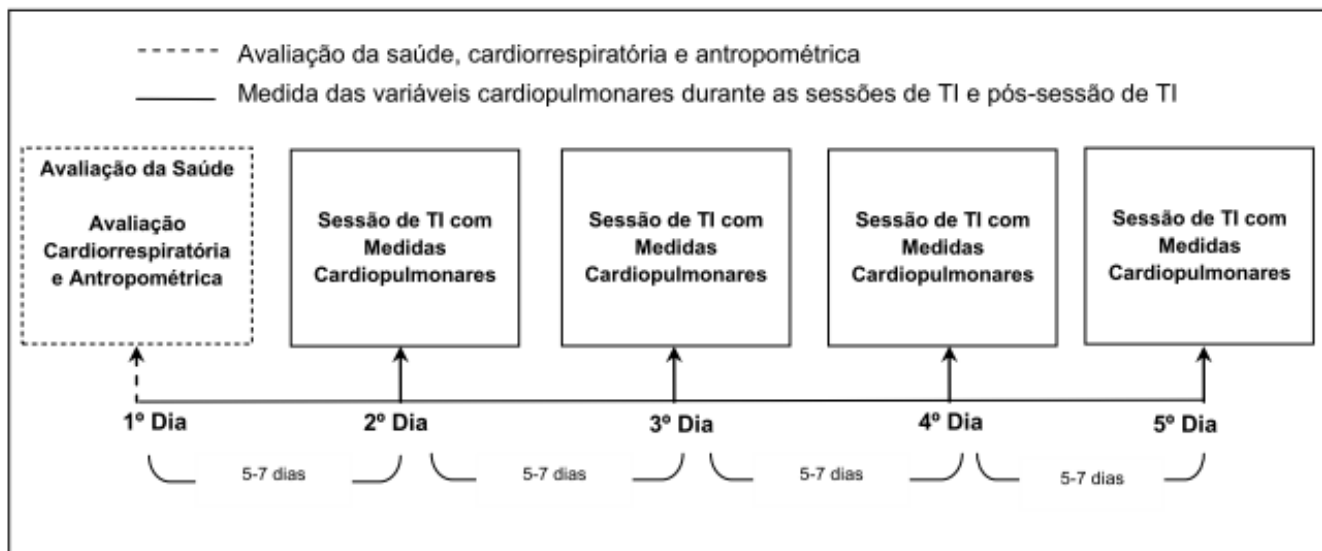


Figura 1 – Ilustra o desenho experimental dos procedimentos do estudo. TI – treinamento intervalado.

Os sujeitos foram orientados a manterem seus hábitos dietéticos durante a realização do estudo. Também foram orientados a não realizar exercícios físicos nas 24h que antecedessem as sessões de treinos e a realizar jejum (água *ad libitum*) de 1h antes dos mesmos.

Os cinco encontros foram realizados no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico do curso de Educação Física da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba. Todos os procedimentos do estudo foram realizados sempre pelos mesmos avaliadores.

4.2.1 Avaliação Cardiorrespiratória

Para determinação do limiar ventilatório (LV), ponto de compensação respiratório (PCR) e consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), os sujeitos realizaram teste de esforço máximo em esteira ergométrica (Inbrasport ATL[®]) proposto por Lourenço et al. (2011).

O protocolo começou com aquecimento de três minutos a 6 km/h, após o aquecimento, a velocidade foi aumentada para 7 km/h com incrementos de 0,3 km/h a cada 25 segundos sob inclinação fixa a 1% até exaustão voluntária.

Depois de atingida a exaustão, os sujeitos realizaram uma fase de recuperação, caracterizado por decréscimos relativos à velocidade máxima atingida (60%, 55%, 50%, 45%, 40%) a cada minuto para evitar possíveis desconfortos.

O VO_2max foi considerado o maior valor obtido durante o teste, atendendo a, pelo menos, dois dos seguintes critérios: 1) Platô do VO_2 ; 2) valor de $R \geq 1,1$; 3) FC máxima próxima da prevista pela idade; 4) percepção de esforço máxima > 17 , de acordo com a escala de esforço máximo de BORG (6-20). O último estágio completado foi utilizado para determinação da velocidade correspondente ao VO_2max ($v\text{VO}_2\text{max}$) (LOURENÇO et al., 2011). Para determinação do LV e PCR foi utilizado o método *V-slop*, o qual caracteriza o LV pela perda da linearidade da relação VCO_2/VO_2 e o PCR pela perda da linearidade da relação VE/VCO_2 (WASSERMAN et al., 1999). Também foram determinadas as velocidades correspondentes ao LV e PCR ($v\text{LV}$; $v\text{PCR}$).

A medida do consumo VO_2 , VCO_2 e VE foram determinadas de forma direta, respiração por respiração, por meio de analisador de gases metabólicos (Medical Graphics® VO2000). Antes de cada teste foi realizada a calibração automática do analisador de gases metabólicos. A frequência cardíaca foi medida a cada estágio do teste por meio de sistema de telemetria (Polar® Vantage NV).

4.2.2 Sessões de Treinos

Após a realização da avaliação cardiorrespiratória para determinação dos parâmetros máximos e submáximos, os sujeitos realizaram quatro sessões de TI com diferentes tipos e tempos de pausa separando os esforços da sessão de treino. As sessões de treinos foram realizadas de forma randomizada e foram separadas por período de 5-7 dias. Todas as sessões de treinos foram realizadas no período diurno, respeitando sempre o mesmo período do dia. Os treinos foram realizados em esteira ergométrica (Inbrasport ATL®) e foram determinados os parâmetros cardiorrespiratórios durante todo o período de exercício e recuperação por meio de analisador de gases

metabólicos (Medical Graphics® VO2000). A frequência cardíaca foi mensurada durante toda sessão de treino por meio de sistema de telemetria (Polar® Vantage NV).

As sessões de treinos foram compostas por cinco esforços máximos realizados até a exaustão voluntária, sendo que a intensidade dos esforços foi na $vVO_2\text{max}$. As sessões diferenciaram-se apenas pelo tipo e tempo de pausa adotada entre os esforços, que foram:

- Pausa passiva longa (PL): O sujeito descansou sentado em uma cadeira por oito min;
- Pausa passiva curta (PC): O sujeito descansou sentado em uma cadeira por dois min;
- Pausa ativa longa (AL): O sujeito continuou correndo por oito min na vLV ;
- Pausa ativa curta (AC): O sujeito continuou correndo por dois min na vLV ;

Previamente a sessão de treino, foi padronizado aquecimento na esteira por três min na velocidade correspondente a 1 km/h abaixo da vLV seguido por descanso passivo de dois min. Após o término da sessão de treino, os sujeitos permaneceram deitados em uma maca por duas horas para determinação dos parâmetros cardiorrespiratórios pós-sessão de treino.

4.2.3 Mensurações Pré Sessão de treino

Antes de cada sessão de treino, os sujeitos realizaram medidas cardiorrespiratórias em repouso. Os sujeitos compareceram ao laboratório em jejum de 1 h (água *ad libitum*) e realizaram repouso em decúbito dorsal por 30 min a fim de garantir estado estável dos parâmetros cardiorrespiratórios (CUNHA et al., 2013). Em seguida, os sujeitos realizaram as medidas

cardiorrespiratórias em decúbito dorsal por 12 min em repouso, sendo considerado para análise apenas os dez últimos min.

Foi determinado o VO_2 , VCO_2 , R, GE e taxa de oxidação de CHO e lipídios durante esta fase de repouso pré-sessão de treino.

4.2.4 Mensurações Pós Sessão de Treino

Ao término do período de exercício, os sujeitos foram instruídos a permanecerem sentados em uma cadeira, colocada em cima da esteira, por cinco min. Após este período, os sujeitos foram movidos para uma maca, próxima a esteira, para permanecerem deitados o resto das duas horas de recuperação pós-exercício.

Após 30 min e 1 h da recuperação, foi dado um período de dez min onde a máscara para coleta dos gases expirados foi removida para dar um alívio aos sujeitos. Durante este período de alívio, foi permitida a ingestão de água *ad libitum* e o analisador de gases metabólicos foi recalibrado.

Durante esta fase de recuperação pós-sessão de treino, foram determinados o VO_2 , VCO_2 , R, GE e taxa de oxidação de CHO e lipídios por meio da análise dos gases expirados.

4.2.5 Cálculos Metabólicos

Durante todo o período basal, de exercício e pós-exercício, foram realizadas as medidas dos parâmetros cardiorrespiratórios, por meio de um analisador de gases metabólicos (Medical Graphics® VO2000), para determinação do VO_2 , VCO_2 , R, GE e taxa de oxidação de CHO e lipídios. A taxa de oxidação de CHO e lipídios foi determinada somente no período de mensuração basal e pós-sessão de treino.

Para o cálculo do GE basal e nas duas horas de recuperação pós-sessão de treino, foi realizada a multiplicação do VO_2 em L/min pelo

equivalente calórico do quociente respiratório não proteico. Sendo expresso em quilocalorias por min (kcal/min) e quilocalorias totais (kcal/total). O GE durante a sessão de treino foi calculado por meio da multiplicação do VO_2 em L/min por 5,05 kcal/ LO_2 , sendo expresso em kcal/min e em kcal/total.

A taxa de oxidação de CHO e lipídios foram calculados utilizando equações previamente descritas, foi assumido a não oxidação das proteínas (BURNS et al., 2012):

$$\% \text{ Energia dos carboidratos (CHO)} = [(R - 0,707)/0,293] \times (100)$$

$$\% \text{ Energia dos lipídios} = 100 - [(R - 0,707)/0,293] \times (100)$$

$$\text{Oxidação dos CHO (g/min)} = [(\%CHO/100) \times (VO_2) \times (5,05 \text{ kcal}/LO_2)] / (4 \text{ kcal/g CHO})$$

$$\text{Oxidação dos lipídios (g/min)} = [(1 - \%CHO/100) \times (VO_2) \times (4,7 \text{ kcal}/LO_2)] / (9 \text{ kcal/g de lipídios})$$

4.3 Análise Estatística

Os dados estão expressos em média e desvio padrão da média. ANOVA (one-way) com fator de correção medidas repetidas foi aplicada para comparar o VO_2 , VCO_2 , R, VE, Pulso de O_2 , GE, CHO e lipídios entre as sessões de treinos e nos momentos pré-exercício, exercício e nos tempos de 15 minutos, 30 minutos, 60 minutos e 120 minutos pós-sessão de treino. Também foi realizada a comparação do tempo em minutos das sessões de treinos. O *post test* de Tukey foi aplicado para comparar médias replicadas pelas linhas quando necessário. A significância utilizada foi de 5%. Além das análises de comparações, foi calculado o tamanho do efeito (TE) para as variáveis apresentadas, se baseando nas descrições de Cohen (RHEA, 2004). Os valores de referência para indivíduos fisicamente ativos são: < 0,35 trivial; 0,35 – 0,80 pequeno; 0,80 – 1,50 moderado e > 1,50 grande (RHEA, 2004).

5. RESULTADOS

A tabela 1 mostra os resultados da avaliação cardiorrespiratória. Todos os sujeitos apresentaram aptidão cardiorrespiratória boa para o sexo e idade (AHA, 1972). Os sujeitos apresentaram bom índice de massa corporal (IMC), sendo classificados como eutróficos (ACSM, 2007).

TABELA 1 – Dados descritivos da avaliação cardiorrespiratória (n=8).

VO ₂ max (ml/kg/min)	49,51 ± 5,96
VO ₂ max (L/min)	3,63 ± 0,54
vVO ₂ max (km/h)	14,95 ± 1,66
FCmax (bpm)	184,13 ± 12,11
VO ₂ PCR (ml/kg/min)	42,31 ± 5,06
VO ₂ PCR (L/min)	3,20 ± 0,41
PCR%VO ₂ max	85,80 ± 8,47
vPCR (km/h)	12,36 ± 1,52
FCPCR (bpm)	173,00 ± 15,79
VO ₂ LV(ml/kg/min)	33,69 ± 5,01
VO ₂ LV (L/min)	2,53 ± 0,32
LV%VO ₂ max	67,88 ± 3,91
vLV (km/h)	10,08 ± 1,47
FCLV (bpm)	153,38 ± 22,11

VO₂max – Consumo máximo de oxigênio; vVO₂max – velocidade do consumo máximo de oxigênio; FCmax – Frequência cardíaca máxima; VO₂PCR – Consumo de oxigênio no ponto de compensação respiratório; PCR%VO₂max - % em que acontece o ponto de compensação respiratório em relação ao VO₂max; vPCR – velocidade do ponto de compensação respiratório; FCPCR - Frequência cardíaca do ponto de compensação respiratório; VO₂LV – Consumo de oxigênio no limiar ventilatório; LV%VO₂max - % em que acontece o limiar ventilatório em relação ao VO₂max; vLV – velocidade do limiar ventilatório; FCLV - Frequência cardíaca do limiar ventilatório.

Na tabela 2 encontram-se os resultados das comparações das medidas cardiorrespiratórias durante as sessões de treinos. A pausa PL apresentou menores valores de VO₂ em relação às demais pausas, sendo que as pausas ativas apresentaram maiores valores em relação às passivas (tabela 2). A pausa PL apresentou menores valores de VCO₂ em relação às demais pausas (tabela 2). A pausa PL apresentou maiores valores de R em relação a AL, a pausa PL apresentou menores valores de FC em relação às pausas ativas e a

PC foi menor apenas em comparação a AL (tabela 2). A pausa PL apresentou menores valores de VE e Pulso de O₂ em comparação com as demais pausas, sendo que o equivalente ventilatório do oxigênio das pausas passivas foram maiores do que nas ativas e o equivalente ventilatório do dióxido de carbono da PL foi maior em relação às pausas ativas (tabela 2).

Os valores de equivalentes metabólicos (METs) e percentual do VO₂ em relação ao VO₂max (VO₂%VO₂max), mostram que as sessões de treinos com as pausas ativas apresentaram maior intensidade de esforço em relação as pausas passivas, sendo que a pausa PC apresentou maiores valores em relação a PL (tabela 2).

TABELA 2 – Comparação das medidas cardiorrespiratórias durante as sessões de treinos.

VARIÁVEIS	PC	PL	AC	AL
VO ₂ (ml/kg/min)	33,37 ± 4,2 [#]	22,27 ± 3,14	39,38 ± 7,41 [£]	39,37 ± 6,88 [£]
VO ₂ (L/min)	2,48 ± 2,24 [#]	1,65 ± 0,26	2,90 ± 0,45 [£]	2,90 ± 0,41 [£]
VCO ₂ (L/min)	2,54 ± 0,33	1,62 ± 0,28 [†]	2,82 ± 0,42	2,64 ± 0,49
METs	9,53 ± 1,20 [#]	6,36 ± 0,90	11,25 ± 2,12 [£]	11,25 ± 1,96 [£]
R	1,02 ± 0,07 [*]	0,98 ± 0,07	0,98 ± 0,05	0,91 ± 0,05
VE (L/min)	78,43 ± 7,50	51,05 ± 7,55 [†]	84,81 ± 13,93	79,55 ± 11,84
FC (bpm)	149,23 ± 25,89 [*]	130,02 ± 13,36 [‡]	166,24 ± 7,71	169,74 ± 7,83
Pulso de O ₂ (ml/bat)	17,18 ± 4,15	12,80 ± 2,10 [†]	17,43 ± 2,67	17,09 ± 2,42
VE/VO ₂	33,48 ± 1,00 [‡]	34,88 ± 2,35 [‡]	29,45 ± 1,50	27,54 ± 0,88
VE/VCO ₂	31,23 ± 1,91	33,10 ± 2,81 [‡]	30,19 ± 2,01	30,39 ± 1,48

VO ₂ %VO ₂ max	67,59 ± 6,68 [#]	45,22 ± 6,09	79,24 ± 10,12 [£]	79,55 ± 10,85 [£]
FC%FCmax	81,17 ± 13,55 [#]	70,80 ± 8,01	90,46 ± 4,26 [£]	92,37 ± 4,22 [£]

VO₂ – Consumo de oxigênio; VCO₂ – Produção de dióxido de carbono; METs – Equivalentes metabólicos; R – Razão das trocas gasosas; VE – Ventilação pulmonar; FC – Frequência cardíaca; Pulso de O₂ – Pulso de oxigênio; VE/VO₂ – Equivalente ventilatório do oxigênio; VE/VCO₂ – Equivalente ventilatório do dióxido de carbono; VO₂%VO₂max - % do consumo máximo de oxigênio; FC%FCmax - % da frequência cardíaca máxima. PC – Pausa passiva curta; PL – Pausa passiva longa; AC – Pausa ativa curta; AL – Pausa ativa longa. # Diferente da PL, *P*<0,05; * Diferente da AL *P*<0,05; † Diferente das demais pausas *P*<0,05; ‡ Diferente da AL e AC *P*<0,05; £ Diferente da PC e PL *P*<0,05.

Ao fazer a análise do TE (tabela 3), foi verificado que as pausas ativas apresentaram maiores valores de VO₂ em comparação as passivas. A PC apresentou maiores valores de VO₂ em relação a PL e não houve diferença entre as ativas. A pausa AL apresentou menores valores de R (tabela 3).

TABELA 3 – Tamanho do efeito do VO₂ e R durante as sessões de treinos.

VARIÁVEIS	PCxAC	PLxAL	PLxPC	ALxAC
VO ₂ (ml/kg/min)	1,43	5,44	2,64	0,00
R	0,57	1,00	0,57	1,40

VO₂ – Consumo de oxigênio; R – Razão das trocas gasosas.

A figura 2 mostra a comparação do VO₂ pós-sessão de treino. O VO₂ ficou elevado nos primeiros 15 min da recuperação e não houve diferença entre as pausas. O VO₂ voltou aos valores pré exercício logo após 15 min e permaneceu assim até o fim das duas horas.

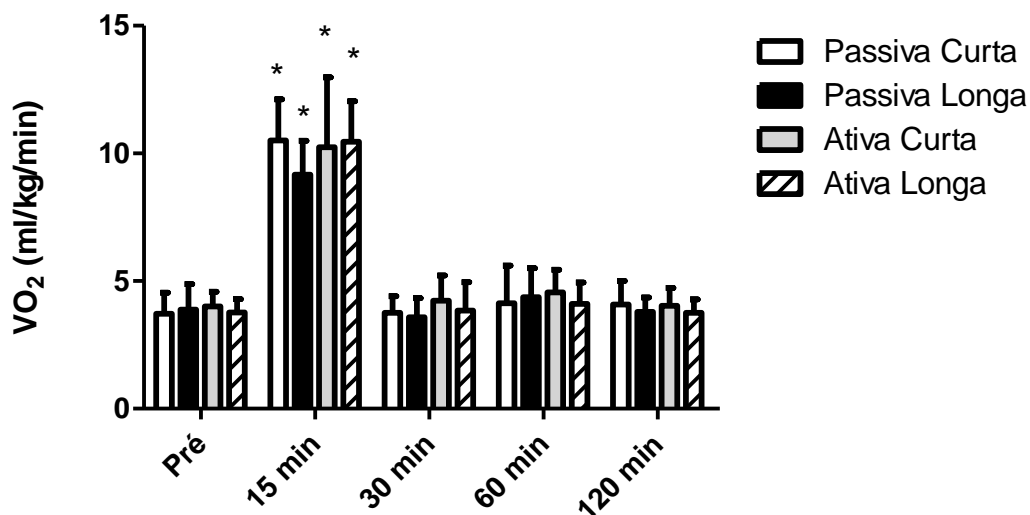


FIGURA 2 – Comparação do consumo de oxigênio (VO_2) entre as sessões de treinos e entre momentos pós-sessão de treino. * Diferente em relação ao momento pré $P<0,01$.

A figura 3 apresenta a comparação da duração total em min das sessões de treinos. A sessão de treino com a pausa PL ($48,93 \pm 3,14$ min) apresentou maior tempo em relação as demais pausas. A pausa AL ($39,95 \pm 4,75$ min) foi maior em comparação as pausas curtas e não houve diferença entre as pausas curtas (AC- $17,76 \pm 1,55$ min; PC- $20,81 \pm 1,33$ min).

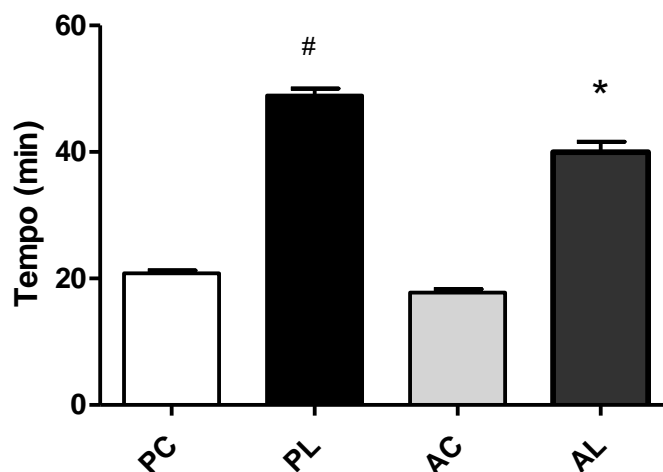


FIGURA 3 – Comparação do tempo total das sessões de treinos em minutos. PC – Pausa passiva curta; PL – Pausa passiva longa; AC – Pausa ativa curta; AL – Pausa ativa longa. # Diferente em relação às pausas AL, AC e PC $P<0,01$; * Diferente em relação às pausas AC, PL e PC $P<0,01$.

A tabela 4 mostra a comparação do GE em valores pré-exercício, exercício e no período de recuperação pós-sessão de treino. Não houve diferença entre as pausas no momento pré-exercício. Houve diferença entre as pausas no GE em kcal/min no exercício, as pausas ativas apresentaram maiores valores em relação as passivas, sendo que a PC foi maior que a PL e não houve diferença entre as ativas.

A pausa AL apresentou maior GE em kcal/total no exercício em relação as demais pausas (tabela 4). A pausa PL apresentou maiores valores em kcal/total no exercício em relação as pausas curtas, e não houve diferença entre as pausas curtas (tabela 4).

Ao fazer a análise do GE nos períodos de recuperação pós-sessão de treino (tabela 4), observa-se que o pico do GE aconteceu aos 15 min da recuperação para ambas as pausas, e retornaram aos valores pré-exercício logo após os 15 min. Não foi encontrada diferença no GE total das duas horas de recuperação entre as pausas.

TABELA 4 – Comparação do gasto energético entre as sessões de treinos no período pré, exercício e pós-sessão de treino.

Variáveis	PC	TE	PL	TE	AC	TE	AL	TE
Pré (kcal/min)	1,35 ± 0,31	—	1,38 ± 0,21	—	1,44 ± 0,23	—	1,37 ± 0,38	—
Exercício (kcal/min)	12,42 ± 1,15 ^{*,#}	35,70	8,34 ± 1,31 [*]	33,14	14,61 ± 2,26 ^{*, †}	57,26	14,62 ± 2,05 ^{*, †}	34,86
Exercício (kcal/Total)	258,77 ± 31,07 [#]	—	406,81 ± 59,50	—	258,30 ± 37,40 [#]	—	588,60 ± 131,98 [‡]	—
Pós - 15 min (kcal/min)	3,97 ± 0,99 [*]	8,45	3,39 ± 0,55 [*]	9,57	3,69 ± 0,84 [*]	9,78	3,71 ± 0,70 [*]	6,15
Pós - 30 min (kcal/min)	1,34 ± 0,36	0,03	1,23 ± 0,21	0,71	1,49 ± 0,25	0,21	1,39 ± 0,49	0,05
Pós – 60 min (kcal/min)	1,43 ± 0,41	0,25	1,52 ± 0,32	0,66	1,58 ± 0,22	0,60	1,38 ± 0,21	0,02
Pós – 120 min (kcal/min)	1,43 ± 0,16	0,25	1,34 ± 0,22	0,19	1,41 ± 0,18	0,13	1,28 ± 0,18	0,23
Total Pós (kcal/total)	244,88 ± 36,39	—	224,55 ± 27,90	—	245,06 ± 32,45	—	232,60 ± 39,92	—

Pré – período do repouso pré-exercício; Pós-15min – 15 minutos após o término da sessão de treino; Pós-30min - 30 minutos após o término da sessão de treino; Pós-60 min – uma hora após o término da sessão de treino; Pós-120 min – duas horas após o término da sessão de treino; Total Pós – período das duas horas inteira;. TE – Tamanho do efeito em relação ao valor basal. PC – Pausa passiva curta; PL – Pausa passiva longa; AC – Pausa ativa curta; AL – Pausa ativa longa. * Diferente do pré $P < 0,05$; # Diferente da PL $P < 0,05$; † Diferente da PC e PL $P < 0,05$; ‡ Diferente das demais pausas $P < 0,05$.

TABELA 5 – Tamanho do efeito do GE durante as sessões de treinos.

VARIÁVEIS	PCxAC	PLxAL	PLxPC	ALxAC
Exercício (kcal/min)	1,90	4,79	3,54	0,00

GE – Gasto energético durante as sessões de treinos.

A figura 4 mostra a comparação do R nos momentos pós-sessão de treino. O R apresentou baixos valores em relação ao momento pré-exercício no período de 60 min e retornaram aos valores pré-exercício em 120 min, exceto a pausa AC (figura 4).

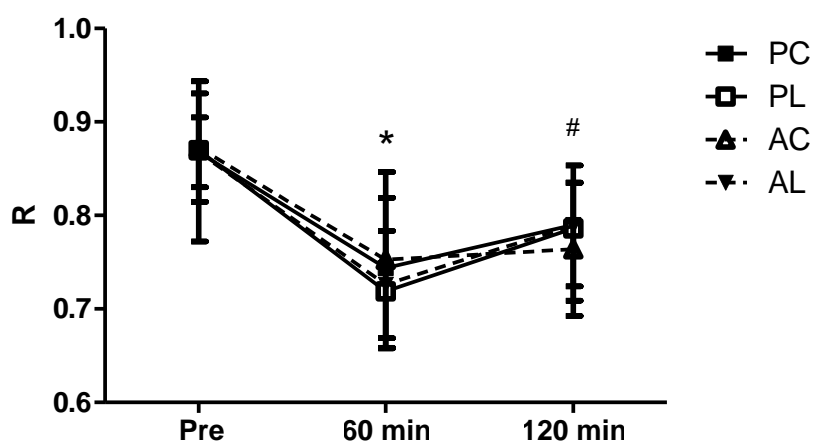


FIGURA 4 – Comparação da razão das trocas gasosas (R) entre as sessões de treinos e entre momentos pós-sessão de treino. * Diferente em relação ao momento pré $P<0,05$; # AC diferente em relação ao momento pré $P<0,05$.

A figura 5 mostra a comparação da taxa de oxidação de lipídios em g/min nos 120 min de recuperação pós-sessão de treino em relação ao valor pré-exercício. As pausas PL, AC e AL apresentaram aumento na oxidação de lipídios no momento 60 min de 54, 38 e 50% respectivamente ($P<0,05$). A pausa PC apresentou aumento de 43%, no entanto, não foi significativo. Não houve diferença no momento 120 min com o pré-exercício (figura 5).

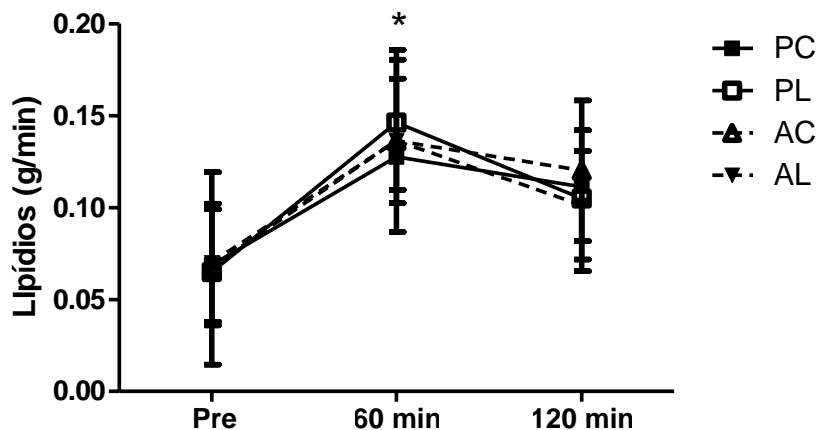


FIGURA 5 – Comparação da taxa de oxidação de lipídios nos momentos 60 e 120 min de recuperação pós-sessão de treino em relação ao momento pré. PC – Pausa passiva curta; PL – Pausa passiva longa; AC – Pausa ativa curta; AL – Pausa ativa longa. * PL, AC e AL diferente em relação ao momento pré $P < 0,05$.

A figura 6 mostra a comparação da taxa de oxidação de CHO em g/min nos 120 min de recuperação pós-sessão de treino em relação ao valor pré-exercício. As pausas PC, PL, AC e AL apresentaram diminuição na oxidação de CHO no momento 60 min de 60, 55, 47 e 66% respectivamente ($P < 0,05$). Não houve diferença no momento 120 min com o pré-exercício, exceto para a pausa AC (figura 6).

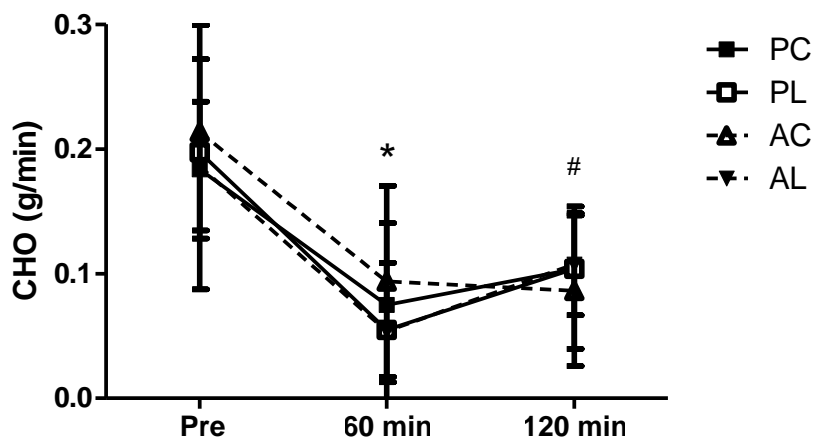


FIGURA 6 – Comparação da taxa de oxidação de CHO nos momentos 60 e 120 min de recuperação pós-sessão de treino em relação ao momento pré. PC – Pausa passiva curta; PL – Pausa passiva longa; AC – Pausa ativa curta; AL – Pausa ativa longa. * Diferente em relação ao momento pré $P < 0,05$; # AC diferente do momento pré.

6. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar as respostas cardiopulmonares, de GE e taxa de oxidação de lipídios e CHO em sessões de TI com diferentes tipos e tempos de pausa entre os esforços. O principal achado do presente estudo foi que a manipulação das pausas ocasionou diferentes respostas nos parâmetros cardiopulmonares durante as sessões de treinos, no entanto, não influenciaram nas respostas cardiopulmonares e taxa de oxidação de lipídios e CHO no período de recuperação pós-sessão de treino.

A manipulação das pausas proporcionaram diferentes respostas na média do VO_2 nas sessões de treinos. As sessões de treinos com as pausas ativas apresentaram maior demanda de VO_2 em relação às sessões com pausas passivas (Tabela 2), o que está de acordo com os resultados do estudo de Dupont et al. (2004) que encontraram maior demanda metabólica na pausa ativa. Um ponto que merece ser destacado, é que a duração da pausa, nas sessões de treinos com pausa ativa, não alterou a demanda de VO_2 , no entanto, isto não acontece com as pausas passivas, pois a sessão de treino com a pausa PC teve maior requerimento de VO_2 em relação à sessão de treino com a pausa PL (tabela 2).

A sessão de treino com a pausa PL apresentou menores valores de VCO_2 em relação às demais pausas, sendo que não houve diferença entre as outras sessões de treinos (Tabela 2). A VE apresentou o mesmo comportamento que a VCO_2 (Tabela 2). Este *link* entre aumento na VCO_2 e na VE acontece porque o sistema respiratório é um importante regulador do equilíbrio ácido – básico, ajudando a regular a pressão parcial de CO_2 e pH sanguíneo (WASSERMAN et al., 1999).

Exercícios de alta intensidade apresentam respostas ventilatórias aumentadas em relação à demanda energética (WASSERMAN et al., 1999), entretanto, as sessões de treinos com pausa passiva apresentaram maiores valores de VE/VO_2 em relação as sessões de treinos com pausa ativa (tabela

2), isto indica que a resposta ventilatória estava mais elevada em relação a demanda energética nas sessões de treino com pausa passiva do que na ativa.

A sessão de treino com a pausa PL apresentou maiores valores de VE/VCO_2 em relação às demais sessões de treinos (Tabela 2). Esta resposta junto com a resposta do VE/VO_2 indica que a sessão de treino com a pausa PL apresentou uma sobrecarga ventilatória maior do que as outras sessões.

A FC da sessão de treino PL foi menor em relação às sessões com pausas ativas e a FC da sessão com pausa PC foi inferior em relação à sessão com pausa AL (Tabela 2). Entretanto a FC não é um bom parâmetro para se controlar no TI, pois no período de recuperação a FC não é relacionada com a demanda sistêmica de O_2 e nem com o metabolismo muscular, mas sim com o sistema nervoso central e estímulo do metaboreflexo (BUCHHEIT e LAURSEN, 2013). A sessão de treino com a pausa PL apresentou baixos valores de Pulso de O_2 em relação às demais pausas (Tabela 2), sugerindo baixa extração periférica de O_2 (WASSERMAN et al., 1999).

Ao fazer a análise da intensidade dos esforços pelos valores de METs (Tabela 2), tem-se que todas as sessões de treinos foram de alta intensidade, exceto pela sessão com pausa PL, que é classificada como moderada (ACSM, 2011). Fazendo a análise da intensidade dos esforços pelo % do VO_2max , tem-se que a sessão de treino com a pausa PL é de leve para moderado (ACSM, 2011), assim como na classificação com os METs, no entanto, a sessão de treino foi composta por esforços até a exaustão na vVO_2max . Esta diferença na classificação da intensidade do esforço pode ser explicada pelo longo tempo de pausa passiva nesta sessão de treino, o que abaixou a média do VO_2 na sessão inteira. As outras sessões foram classificadas como esforço vigoroso pelo % do VO_2max (ACSM, 2011).

Analisando a intensidade dos esforços pelo % da $FCmax$, tem-se que a sessão com a pausa PL foi moderada, a PC E AC foram vigorosos e a AL próximo do máximo (ACSM, 2011). A análise da intensidade das sessões feita pelo % da $FCmax$ mostrou valores superiores em relação a análise feita pelo % do VO_2max (Tabela 2), isso se deve pelo fato de ocorrer uma inércia da FC no

período de recuperação, podendo levar a superestimação da atual carga de trabalho neste período de recuperação (BUCHHEIT e LAURSEN, 2013).

Durante as sessões de treinos, o GE em kcal/min foi maior nas sessões com pausa ativa em relação as sessões com pausa passiva, sendo que a pausa PC apresentou maiores valores do que a pausa PL e não houve diferença entre as pausas ativas (Tabela 4). A manipulação das pausas, alteraram a duração total das sessões de treinos, a sessão de treino com a pausa PL apresentou maior tempo total de exercício em relação a sessão com a pausa AL e com as pausas curtas, a sessão com a pausa AL apresentou maior tempo total de exercício em relação as pausas curtas, sendo que não houve diferença entre as sessões com pausas curtas (Figura 3). A diferença encontrada entre as pausas PL e AL, está de acordo com os estudos de Dupont et al. (2004) e Toubekis et al. (2005), que encontraram melhor desempenho e tempo de permanência em exercício com a pausa passiva.

O GE em kcal/total durante a sessão de treino com a pausa PL foi maior em relação as sessões de treinos com as pausas curtas, sendo que a sessão de treino com a pausa AL apresentou maior GE em kcal/total em relação as demais sessões de treinos (Tabela 4). Os resultados do GE em kcal/total do presente estudo estão de acordo com as recomendações de dispêndio energético proposto pelo ACSM (ACSM, 2007). As sessões de treinos com as pausas curtas representam o limite inferior das recomendações do ACSM, o que está de acordo com o estudo de Matsuo et al. (2012), já a sessão de treino com a pausa AL representa o limite superior, corroborando com o estudo de Malatesta et al. (2009).

O VO_2 ficou elevado somente nos primeiros 15 min pós-sessão de treino, sendo que no período de 30 min pós-sessão já haviam retornado aos valores pré-exercício (Figura 2). O GE em kcal/min pós-sessão de treino, apresentou o mesmo comportamento que o VO_2 (Figura 2), ficou elevado nos primeiros 15 min e logo após retornou aos valores pré-exercício (Tabela 4).

Os resultados do VO_2 pós-sessão de treino do presente estudo, estão de acordo com os encontrados na literatura (WILLIANMS et al., 2013; CHAN,

BURNS, 2013; KELLY et al., 2013). Chan e Burns (2013) observaram aumento no VO_2 por até 30 min (protocolo com quatro wingates sprints separados por três min de pausa ativa). Já em estudo de Williams et al. (2013), o VO_2 ficou elevado por até 45 min (protocolo com quatro wingates sprints separados por quatro min de pausa ativa). Os resultados do presente estudo corroboram com os encontrados por Chan e Burns (2013) e Williams et al. (2013), que o TI afeta principalmente a fase rápida do EPOC.

O R durante as sessões de treinos com as pausas PL, AC e AL não apresentaram diferenças, somente houve diferença entre a sessão com a pausa PC para a AL (Tabela 2). O R no momento 60 min pós-sessão de treino apresentou baixos valores em comparação com o momento pré-exercício (Figura 4), indicando maior participação dos lipídios para produção de energia neste momento. No momento 120 min pós-sessão de treino, o R já havia retornado aos valores pré-sessão de treino, exceto a pausa AC (Figura 4).

A taxa de oxidação de lipídios ficou elevada 60 min pós-sessão de treino, sendo que no momento 120 min já haviam retornado aos valores pré-exercício, exceto pela pausa PC que não apresentou diferença em nenhum momento (Figura 5). A taxa de oxidação de CHO ficou diminuída no momento 60 min pós-sessão de treino e retornou aos valores pré-exercício em 120 min, exceto pela pausa AC (Figura 6). Estes resultados estão de acordo com os encontrados na literatura (MALATESTA et al, 2009; MATSUO et al., 2012; WILLIAMS et al., 2013; CHAN, BURNS, 2013; KELLY et al., 2013).

Em resumo, as pausas ativas proporcionaram maior VO_2 e GE em kcal/min e menor sobrecarga ventilatória durante as sessões em comparação com as pausas passivas. No entanto apesar de existir diferenças nos parâmetros cardiopulmonares entre as sessões, isto não se reflete no VO_2 , GE e taxa de oxidação de lipídios e CHO no período de recuperação pós-sessão de treino.

7. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que as sessões de treinos com pausas ativas apresentam maior VO_2 e GE (kcal/min). Porém, não há diferença entre as sessões de treinos no VO_2 e GE (kcal/min) no período de recuperação pós-sessão de treino.

Não houve diferença no tempo de permanência em exercício entre as pausas curtas, no entanto, a pausa PL proporcionou maior tempo de exercício em relação a pausa AL.

Os dados do presente estudo também indicam que o TI, independente do tipo de pausa adotada, afeta principalmente a fase rápida do EPOC.

A taxa de oxidação de lipídios ficou elevada e a de CHO diminuída no momento 60 min pós-sessão de treino, em 120 min os valores já haviam retornado aos valores pré-exercício.

Os dados do presente estudo indicam que a utilização da pausa AL no TI é mais eficiente para aumentar o GE durante a sessão de treino, no entanto, as quatro sessões de treinos atingiram as recomendações de GE do *ACSM* e não houve diferenças entre elas no período pós-sessão de treino.

8. REFERÊNCIAS

ACSM. Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.41, n.2, p459-471, 2009.

ACSM. 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.** v.43, n.7, p1334-1359, 2011.

ACSM. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição.** Rido de Janeiro: Guanabara Koogan, 7a ed, 2007, 266p.

AHA. Exercise testing and training of apparently health individuals. **A handbook for physicians.** Dallas: American Heart Association; 1972.

BANGSBO, J; et al. Anaerobic Energy Production and O₂ Deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. **J. Physiol.** v. 422, p. 539-559, 1990.

BILLAT LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Med.** v.31, n.1, p.13-31, 2001.

BOGDANIS, G.C, et al. Recovery of Power output and muscle metabolites following 30s of maximal sprint cycling in man. **J. Physiol.**v.15, n.482 (pt2), p467-480, 1995.

BORSHEIM, E; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med.** v.33, n.14, p.1037-1060, 2003.

BOUTCHER, S.H. High-intensity intermittent exercise and fat loss. **J. Obes.** doi: 10.1155/2011/868305.

BUCHHEIT, M; LAURSEN, P.B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports Med.** v.43, n.10, p.927-954, 2013.

BURNS, S.F; et al. Effect of Sprint Interval Exercise on Postexercise Metabolism and Blood Pressure in Adolescents. **Int J. Sport Nutr. Exerc. Metab.** v.22, n.1, p47-54, 2012.

CARNEVALI, L.V; et al. **Exercício, Emagrecimento e Intensidade do Treinamento: Aspectos Fisiológicos e Metodológicos.** São Paulo: Phorte, 2012, 304p.

CESAR MC, BORIN JP, PELLEGRINOTTI IL. Educação Física e Treinamento Esportivo. In:Ademir De Marco, org. **Educação Física: Cultura e Sociedade.** 5 ed. Campinas. Papirus. 2011; 1; 25-46.

CHAN, H.H; BURNS, SF. Oxygen consumption, substrate oxidation, and blood pressure following sprint interval exercise. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** v.38, n.12, p.182-187, 2013.

CHRISTMASS, M.A; et al. Brief intense exercise followed by passive recovery modifies the pattern of fuel use in humans during subsequent sustained intermittent exercise. **Acta Physiol. Scand.** v.172, n.1, p.39-52, 2001.

CRUZ, I.S; et al. Efeitos agudos do treinamento concorrente sobre os níveis séricos de leptina e cortisol em adultos jovens sobrepesados. **Rev. Bras. Med. Esporte.** v.18, n.2, p.81-86, 2012.

CUNHA, F.A., et al. How long does it take to achieve steady state for an accurate assessment of resting VO₂ in healthy men? **Eur. J. Appl. Physiol.** v. 113, n.06, p.1441-1447, 2013.

DUPONT, G; et al. Passive versus Active Recovery during High-Intensity Intermittent Exercises. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.36, n.2, p.302-308, 2004.

ELSANGEDY, H; et al. Respostas fisiológicas e perceptuais obtidas durante a caminhada em ritmo autosselecionado por mulheres com diferentes índices de massa corporal. **Rev. Bras. Med. Esporte.** V.15, n.4, p287-290, 2009.

GIBALA, M.J; LITTLE, J.P. Just HIT it! A time-efficient exercise strategy to improve muscle insulin sensitivity. **J. Physiol.**v.15, n.588 (pt18), p3341-3342, 2010.

GORE, C.J; WITHERS, R.T. The effect of exercise intensity and duration on the oxygen deficit and excess post-exercise oxygen consumption. **Eur. J. Appl. Physiol.** v.60,n.3 , p.169-74, 1990.

HAZELL, T.J; et al. Two minutes of sprint-interval exercise elicits 24-hr oxygen consumption similar to that of 30 min of continuous endurance exercise. **Int J. Sport Nutr. Exerc. Metab.** v.22, n.4, p.276-283, 2012.

IAIA, F.M, BANGSBO, J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. **Scand. J. Med. Sci.Sports.** 2010;20suppl:11-23.

KAIKKONEN, P; et al. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. **Eur. J. Appl. Physiol.** v.112, n.3, p.829-838, 2012.

KELLY, B; et al. The impact of high-intensity intermittent exercise on resting metabolic rate in healthy males. **Eur. J. Appl. Physiol.** v.113, n.12, p.3039-3047, 2013.

LAFORGIA, J; et al. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. **J. Appl. Physiol.** v.82, n.2, p.661-666, 1997.

LARSEN, I; et al. High- and moderate-intensity aerobic exercise and excess post-exercise oxygen consumption in men with metabolic syndrome. **Scand. J. Med Sci. Sports**. 2013 Oct 14. doi: 10.1111/sms.12132. [Epub ahead of print].

LOURENÇO, T.F., et al. Reproducibility of an incremental treadmill VO₂max test with gas exchange analysis for runners. **J. Strength. Cond. Res**, v.25, n.7, p.1994-1999, 2011.

MACLAREN, D; MORTON, J. **Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism**. Chichester: John Wiley & Sons, 2011, 264p.

MALATESTA, D; et al. Effect of high-intensity interval exercise on lipid oxidation during postexercise recovery. **Med. Sci. Sports Exerc**. v.41, n.2, p.364-374, 2009.

MATSUO T; et al (b). Cardiorespiratory fitness level correlates inversely with excess post-exercise oxygen consumption after aerobic-type interval training. **BMC Res. Notes**. 2012 Nov 21;5:646. doi: 10.1186/1756-0500-5-646.

MATSUO T; et al (a). An exercise protocol designed to control energy expenditure for long-term space missions. **Aviat .Space Environ. Med**, in press.

MATTEONI, SPC; et al. Efeito de um programa de condicionamento físico no broncoespasmo induzido pelo exercício em mulheres obesas. **Rev. Bras. Med. Esporte**. v.15, n.3,p190-194, 2009.

MULLA, NAL; SIMONSEN, L.B.J. Post exercise adipose tissue and skeletal muscle lipid metabolism in humans: the effects of exercise intensity. **J. Physiol**. v. 1, n.524, p. 919-928, 2000.

PRICE, M; HALABI, K. The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. **J. Sports Sci**. v.23,n.8, p835-842, 2005.

PRICE, M; MOSS, P. The effects of work:rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. **J. Sports Sci**. v.25,n.14, p1613-1621, 2007.

RHEA, M.R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **J. Strength. Cond. Res**, v.18, n.4, p.918-920, 2004.

SCHEERS, T; et al .Objectively-determined intensity- and domain-specific physical activity and sedentary behavior in relation to percent body fat. **Clinical Nutrition**. 2013; in press: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2013.03.014>.

TOUBEKIS AG, et al. Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. **Eur. J. Appl. Physiol.** v.93, n.5-6, p.694-700, 2005.

WILKIN, L.D; et al. Energy expenditure comparison between walking and running in average fitness individuals. **J. Strength. Cond. Res.** v.26, n.4, p1039-1044, 2012.

WILLIAMS, B; et al. Changes in mechanisms proposed to mediate fat loss following an acute bout of high-intensity interval and endurance exercise. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** v.38, n.12, p.1236-1244, 2013.

WASSERMAN K, HANSEN JE, SUE DY, CASABURI R, WHIPP BJ. **Principles of Exercise Testing and Interpretation.** 3. ed., Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999, 556p.

ZUNIGA, J.M; et al. Physiological responses during interval training with different intensities and duration of exercise. **J. Strength. Cond. Res.** v.25, n.5, p1279-1284, 2011.