

INVESTIGAÇÃO DAS RESPOSTAS AGUDAS DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NOS EXERCÍCIOS AERÓBIO E DE FORÇA, EM HOMENS JOVENS TREINADOS

Pamela Roberta Gomes Gonelli¹, Renato Guimarães Bizerra², Maycon Regazzo de Melo³
Joel Edmundo Sobral Júnior³, Maria Imaculada de Lima Montebelo⁴, Marcelo de Castro Cesar⁵

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar as respostas agudas do consumo de oxigênio (VO_2) e da frequência cardíaca (FC) de homens treinados durante exercícios aeróbios e de força. Participaram 10 voluntários, idade de $23,90 \pm 3,62$ anos, submetidos a testes cardiopulmonar máximo, com determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e limiar ventilatório (LV), e de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios supino reto, agachamento e rosca direta; e dois testes cardiopulmonares submáximos do exercício aeróbio (corrida no LV) e de força (exercícios dos testes de 1RM, 3 séries de 8 a 12 repetições, a primeira para aquecimento, seguida por 3 séries a 70% 1RM); os testes submáximos foram em dias diferentes; em um deles os voluntários começaram com o exercício aeróbio e depois de força (EA-EF), e no outro com o de força e a seguir o aeróbio (EF-EA). Os resultados do VO_2 e da FC dos exercícios aeróbio e de força não apresentaram diferenças. Na comparação do VO_2 dos exercícios aeróbios com o VO_{2LV} não ocorreu diferença e foi maior que 46% VO_{2max} ; a FC dos exercícios aeróbios com a FCLV não apresentou diferença, e a FC do exercício aeróbio foi maior que 64% FC_{max} . O VO_2 nos exercícios de força foi menor que o VO_{2LV} e 46% VO_{2max} , e a FC foi menor que a FCLV e maior que 64% FC_{max} . Conclui-se que a intensidade do limiar ventilatório mostrou-se adequada para treinamento para aptidão cardiorrespiratória, e a sobrecarga aeróbia no exercício de força foi baixa.

Palavras-chave: Exercício. Consumo de Oxigênio. Frequência Cardíaca. Força.

1 - Coordenadora e Docente do curso de Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

2 - Mestre em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

3 - Graduado em Educação Física, pela Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

ABSTRACT

An investigation of acute responses of oxygen uptake and hearth rate in aerobic and strenght exercise, in trained young men

The aim of this study was to investigate oxygen uptake (VO_2) and heart rate (HR) acute responses during aerobic and strength exercises in trained men. Participated 10 volunteers, age 23.90 ± 3.62 years, they were submitted to the tests maximum cardiopulmonary exercise test in treadmill, with determination of maximal oxygen uptake (VO_{2max}) and ventilatory threshold (VT), and 1-repetition maximum (1RM) in bench press, squat and standing barbell curls; and two cardiopulmonary submaximal tests in aerobic exercise (running at VT) and strength (exercises of 1RM test, 3 sets of 8 to 12 repetitions, the first to warm-up and followed by 3 sets at 70% of 1RM); the submaximal tests were realized in two different days; in one of them the volunteers started with the aerobic exercise and after that, the strength exercise (AE-SE), and on another day started with strength exercise, followed by aerobic exercise (SE-AE). The results of VO_2 and HR didn't show significant differences in AE-SE and SE-AE. The VO_2 in aerobic exercises hasn't showed significant difference from VO_{2TH} and was bigger than 46% VO_{2max} ; the HR in aerobic exercises hasn't showed significant difference from HR_{VT} and was bigger than 64% HR_{max} . The VO_2 in strength exercises was smaller than VO_{2VT} and 46% VO_{2max} , and the HR was smaller than HR_{TH} and bigger than 64% HR_{max} . It was concluded that the VT was an adequate intensity to cardiorespiratory fitness training, and aerobic overload in strength exercise was low.

Key words: Exercise. Oxygen consumption. Heart rate. strength.

4 - Coordenadora do Curso de Pós-graduação em Administração da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

Os testes cardiopulmonares permitem a avaliação das trocas gasosas do sistema cardiorrespiratório (Wasserman e colaboradores, 1999), e a determinação dos índices da aptidão cardiorrespiratória consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e limiar anaeróbio (Barros Neto, Cesar, Tambeiro, 1999).

O VO_{2max} é o maior consumo de oxigênio que um indivíduo consegue atingir durante o exercício físico máximo (Wilmore, Costill, 2001; Morrow Jr, e colaboradores, 2014).

Este índice representa uma medida objetiva da potência aeróbia e é considerado o principal índice de aptidão cardiorrespiratória (Wilmore, Costill, 2001).

O limiar anaeróbio é o nível de consumo de oxigênio imediatamente antes do início de acúmulo de lactato no sangue, se for identificado por alterações das variáveis ventilatórias no exercício é denominado limiar ventilatório (LV). Este índice representa uma intensidade adequada de treinamento aeróbio (Barros Neto, Cesar, Tambeiro, 1999).

De acordo com o American College of Sports Medicine (2011), para desenvolvimento ou manutenção da aptidão física em adultos saudáveis, o treinamento aeróbio deve ser em intensidade pelo menos moderada, no mínimo 46% do VO_{2max} e 64% da frequência cardíaca máxima (FC_{max}).

Testes de Repetição Máxima (1RM) determinam a quantidade máxima de peso movimentado por um indivíduo em uma única repetição (Morrow Jr, e colaboradores, 2014; Pellegrinotti, Cesar, 2016) e têm sido utilizados para avaliação da força muscular em vários estudos (Botelho e colaboradores, 2003; Souza e colaboradores, 2008; Cesar e colaboradores, 2009; Simões e colaboradores, 2011; Lima e colaboradores, 2012; Cesar e colaboradores, 2013; Sindorf e colaboradores, 2013; Souza e colaboradores, 2013; Vechin e colaboradores, 2015).

Em relação ao treinamento de força, com caráter hipertrófico, para desenvolvimento ou manutenção da aptidão física em adultos saudáveis, devem ser realizadas de uma ou mais séries, de 8 a 12 repetições com 60 a mais de 80% de 1RM (American College of Sports Medicine, 2011).

A investigação das respostas cardiopulmonares em testes submáximos tem sido realizada em vários estudos, em

exercícios aeróbios e/ou de força (Botelho e colaboradores, 2003; Cesar e colaboradores, 2009; Simões e colaboradores, 2011; Cesar e colaboradores, 2013; Sindorf e colaboradores, 2013; Hurley, 1984; Cesar e colaboradores, 2007; Panissa e colaboradores, 2009; Gonelli e colaboradores, 2011; Verlengia e colaboradores, 2012; Ravagnani e colaboradores, 2013; Greer e colaboradores, 2015; Castinheiras Neto, Silva e Farinatti, 2009; Ferrari e colaboradores, 2018; Lopes e colaboradores, 2018; Albesa-Albiol e colaboradores, 2019), mas não foram encontradas pesquisas comparando as respostas do consumo de oxigênio (VO_2) e da frequência cardíaca (FC) no exercício aeróbio na intensidade do limiar ventilatório e no exercício de força para treinamento visando hipertrofia, em homens jovens treinados submetidos à sessões de exercícios, comparando os resultados com o limiar ventilatório e com a intensidade mínima recomendado pelo American College of Sports Medicine (2011) para o treinamento para aptidão cardiorrespiratória.

Este estudo teve como objetivos investigar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca, durante as sessões de exercícios aeróbio (corrida no limiar ventilatório) e de força (caráter hipertrófico), realizados em homens jovens treinados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram do estudo 10 voluntários do sexo masculino, idade de $23,90 \pm 3,62$ anos, em treinamento de força e aeróbio há no mínimo um ano. Após a explicação do estudo, os voluntários, assinaram o termo livre e esclarecido.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, protocolo n° 55/2014.

A coleta de dados foi realizada em três dias. No primeiro encontro foram realizados os testes cardiopulmonares (TCP) máximo e teste de uma repetição máxima. O segundo e terceiro encontro foram realizados os protocolos de exercícios submáximos aeróbio e força.

Os exercícios submáximos aeróbio e força foram realizados no mesmo dia, com 20 minutos de intervalos entre eles, sem coleta das medidas cardiopulmonares.

As sessões de exercícios foram randomizadas, sendo que no segundo

encontro cinco voluntários começaram com o exercício aeróbio e em seguida força (EA-EF) e os outros cinco com o exercício força e depois o aeróbio (EF-EA). No terceiro encontro a ordem de realização dos treinos foi invertida.

Nos TCP, máximo e submáximos, as medidas foram realizadas de forma direta, por analisador de gases metabólicos (VO2000 – Medical Graphics®) e a FC foi determinada a cada minuto por meio do sistema de telemetria (Polar®). No segundo e no terceiro encontros os voluntários foram instruídos a comparecerem ao laboratório em jejum de três horas antes dos testes submáximos, para evitar o efeito térmico dos alimentos.

No primeiro encontro, os voluntários foram submetidos ao TCP máximo em esteira ergométrica Inbrasport® ATL.

Foi utilizado protocolo contínuo, de carga crescente, até a exaustão, proposto por Tebexreni e colaboradores (2001), preparação com caminhada em velocidade baixa; primeiro estágio de dois minutos, seguido por estágios com velocidades de 5 a 14 km/h (incrementos de 1 km/h a cada minuto), depois aumento de inclinação, de 5,0% a cada minuto, nos estágios finais.

O VO_{2max} foi considerado o maior valor de consumo de oxigênio atingido no teste, sendo preenchidos critérios descritos em outros estudos (Souza e colaboradores, 2008; Cesar e colaboradores, 2009).

O limiar anaeróbio foi determinado por método ventilatório (Barros Neto, Cesar, Tambeiro, 1999; Davis e colaboradores, 1976; Gonelli e colaboradores, 2006).

Foram determinados o VO_{2max} , a FC_{max} , o consumo de oxigênio do limiar ventilatório (VO_{2LV}), a frequência cardíaca do limiar ventilatório (FC_{LV}) e a velocidade do LV. Também foram calculados os valores mínimos de intensidade para o treinamento aeróbio preconizados para o treinamento aeróbio, 46% VO_{2max} e 64% FC_{max} .

No primeiro encontro também foram realizados três testes de 1RM, cerca de 20 minutos após TCP máximo.

Foram feitos alongamentos e aquecimento específico por meio de exercícios com baixa carga no supino reto, agachamento e rosca direta com barra e realizados testes de 1RM com os mesmos exercícios do aquecimento, com intervalos de dois minutos entre cada tentativa e entre cada teste de 1RM, sendo cinco o número máximo de tentativas (Brown, Weir, 2001).

A partir dos dados obtidos foi determinado o percentual individual de 30% 1RM e 70% 1RM aplicados nos exercícios submáximos.

No teste submáximo com exercício aeróbio (sessão de exercício aeróbio), no segundo ou no terceiro encontro, foram realizados os registros das medidas cardiopulmonares pré-exercício por cinco minutos com os voluntários sentados. Logo após, os voluntários realizaram a sessão de exercício aeróbio, uma corrida na esteira ergométrica Inbrasport® ATL na velocidade do LV durante 20 minutos, tendo dois minutos de aquecimento com 50% da velocidade do LV e dois minutos de recuperação na mesma velocidade.

Após a corrida, foram realizadas as medidas na recuperação, com o voluntário sentado por 15 minutos. Foram determinados o consumo de oxigênio (VO_2), frequência cardíaca (FC).

No TCP submáximo com exercícios de força (sessão de exercícios de força) no segundo ou no terceiro encontro, também foram feitos os registros das medidas cardiopulmonares pré-exercícios de força por cinco minutos com os voluntários sentados, a seguir iniciaram a sessão de exercícios de força na seguinte ordem: supino reto, agachamento e rosca direta com barra, três séries de 8 a 12 repetições, a primeira com carga leve (30% 1RM) para aquecimento, seguida por três séries a 70% 1RM, intervalos de 90 segundos entre as séries e exercícios.

Após os exercícios, foram realizadas as medidas na recuperação, com o indivíduo sentado por 15 minutos. A medida dos gases expirados e as variáveis determinadas foram as mesmas do exercício aeróbio.

Para análise estatística foi realizada a análise descritiva dos resultados, com média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

A comparação entre os dados as sessões de exercícios aeróbio e de força foram realizadas por meio do teste Anova de medidas repetidas seguido pelo teste de ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas. Foram calculadas as médias do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercícios aeróbio e de força (médias de EA-EF e EF-EA), que foram comparadas com o limiar ventilatório (VO_{2LV} e FC_{LV}) e com os valores mínimos de intensidade para o treinamento para aptidão cardiorrespiratória

(46% VO_{2max} e 64% FC_{max}), por meio do teste t Student para dados pareados. Em todas as análises foi considerado nível de significância de cinco por cento ($p < 0,05$). Os dados foram processados no Excel 2013 e no SPSS versão 22.0.

RESULTADOS

Os resultados dos testes cardiopulmonares máximos encontram-se na tabela 1 e dos testes de 1RM na tabela 2.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos testes cardiopulmonares máximos dos voluntários.

Variável	Média ± Desvio padrão
VO_{2max} (ml/kg/min)	58,55 ± 5,31
FC_{max} (bpm)	189,30 ± 5,25
VO_{2LV} (ml/kg/min)	34,79 ± 5,94
FC_{LV} (bpm)	159,00 ± 14,11
Vel_{LV} (km/h)	10,30 ± 1,35

Legenda: VO_{2max} – consumo máximo de oxigênio; FC_{max} – frequência cardíaca máxima; VO_{2LV} – consumo de oxigênio do limiar ventilatório; FC_{LV} – frequência cardíaca do limiar ventilatório; Vel_{LV} – velocidade do limiar ventilatório; ml/kg/min - mililitros por quilograma por minuto; bpm – batimentos por minuto; km/h – quilômetros por hora.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos testes de uma repetição máxima (1RM) dos voluntários.

Variável	Média ± Desvio padrão
Supino (kg)	77,60 ± 16,78
Agachamento (kg)	104,60 ± 19,23
Rosca direta com barra (kg)	43,50 ± 7,50

Legenda: kg - quilograma.

Os dados apresentaram distribuição paramétrica. Na comparação do VO_2 pré-exercício não foram observadas diferenças significativas nas sessões de exercícios aeróbio antes e força depois (EA-EF), e força antes e aeróbio depois (EF-EA).

Na tabela 3 estão apresentados os resultados da comparação dos valores durante os exercícios nas sessões de EA-EF e EF-EA. No VO_2 dos exercícios aeróbios não foram observadas diferenças significativas nas

diferentes sessões, assim como nos exercícios de força, e foram observados maiores valores do VO_2 dos exercícios aeróbios em relação aos exercícios de força. A FC nos exercícios aeróbios e de força não apresentaram diferenças significativas.

O consumo de oxigênio retornou aos valores pré-exercício em menos de 15 minutos em todas as sessões dos exercícios aeróbios e de força.

Tabela 3 - Resultados do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercícios das sessões de exercícios aeróbio antes e força depois (EA-EF) e força antes e aeróbio depois (EF-EA).

Variável	Aeróbio EA-EF	Aeróbio EF-EA	Força EA-EF	Força EF-EA
VO_2 exerc (ml/kg/min)	32,98 ± 3,47 ^a	34,78 ± 4,85 ^a	13,37 ± 1,16 ^b	13,23 ± 1,50 ^b
FC exerc (bpm)	152,58 ± 7,40 ^a	154,16 ± 8,21 ^a	146,17 ± 10,72 ^a	141,91 ± 12,43 ^a

Legenda: VO_2 exerc – consumo oxigênio exercício; FC exerc – frequência cardíaca exercício.; ml/kg/min – mililitros por quilograma por minuto; bpm – batimentos por minuto. Variáveis seguidas por letras diferentes indicam que há diferença significativa.

Não foram observadas diferenças significativas entre as variáveis dos exercícios aeróbico e de força entre os EA-EF e EF-EA. Foi calculada a média dos valores de consumo de oxigênio e frequência cardíaca dos exercícios aeróbico e de força para comparação com o limiar ventilatório e as recomendações para treinamento da aptidão cardiorrespiratória do American College of Sports Medicine (2011).

Na comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões dos exercícios aeróbicos (VO_{2EA}) com o VO_{2LV} não houve diferença significativa (Figura 1). O VO_{2EA} foi maior que 46% $VO_{2máx}$ (Figura 2).

O consumo de oxigênio médio das duas sessões de exercícios de força (VO_{2EF}) foi menor que o VO_{2LV} (Figura 3) e 46% $VO_{2máx}$ (Figura 4).

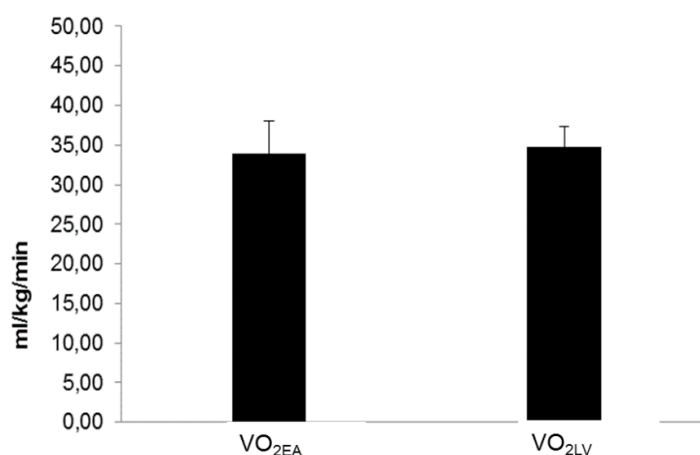


Figura 1 - Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios aeróbicos (VO_{2EA}) com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório dos voluntários (VO_{2LV}).

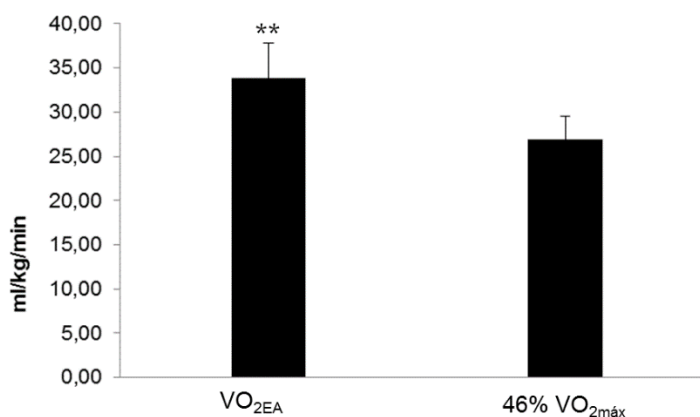


Figura 2 - Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios aeróbicos (VO_{2EA}) com 46% do consumo máximo de oxigênio (46% $VO_{2máx}$) dos voluntários. ** $p < 0,01$.

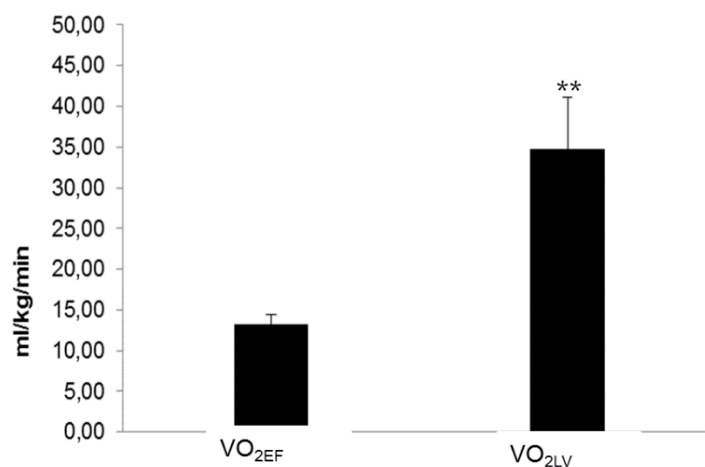


Figura 3 - Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios de força (VO_{2EF}) com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório dos voluntários (VO_{2LV}). **p < 0,01.

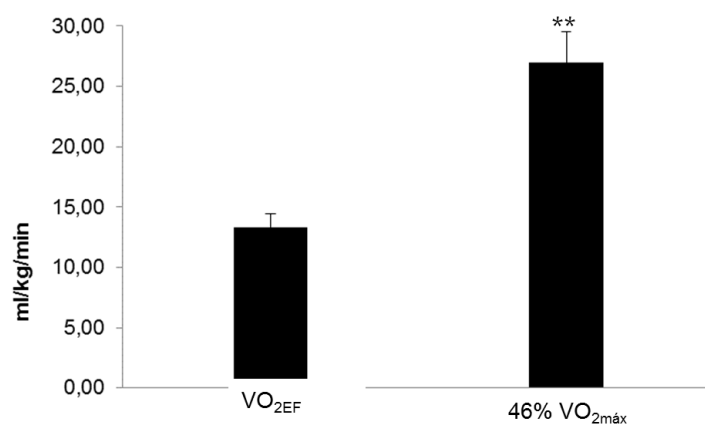


Figura 4 - Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios de força (VO_{2EF}) com a recomendação para o treinamento aeróbio (46% VO_{2max}) dos voluntários. **p < 0,01.

Na comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios (FCEA) com a FCLV não houve diferença significativa (Figura 5). A FCEA foi maior que 64% FC_{máx} (Figura 6).

A frequência cardíaca média das duas sessões de exercícios de força (FCEF) foi menor que a FCLV (Figura 7) e maior que 64% FC_{máx} (Figura 8).

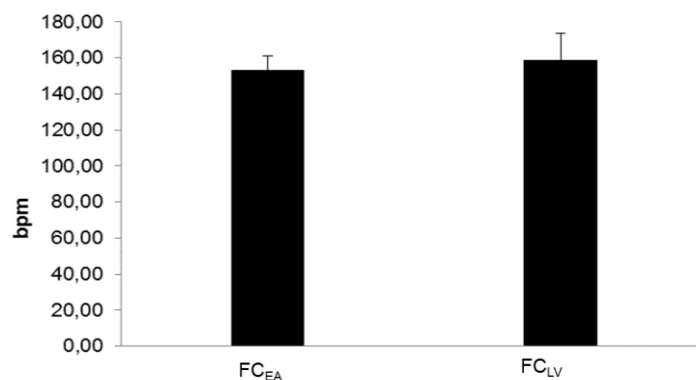


Figura 5 - Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios (FC_{EA}) com a frequência cardíaca do limiar ventilatório dos voluntários (FC_{LV}).

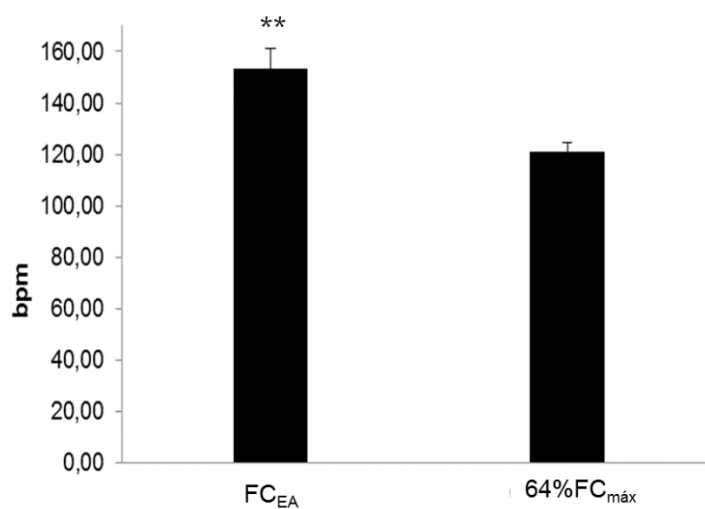


Figura 6 - Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios (FC_{EA}) com a recomendação para o treinamento aeróbio (64% FC_{máx}). **p < 0,01.

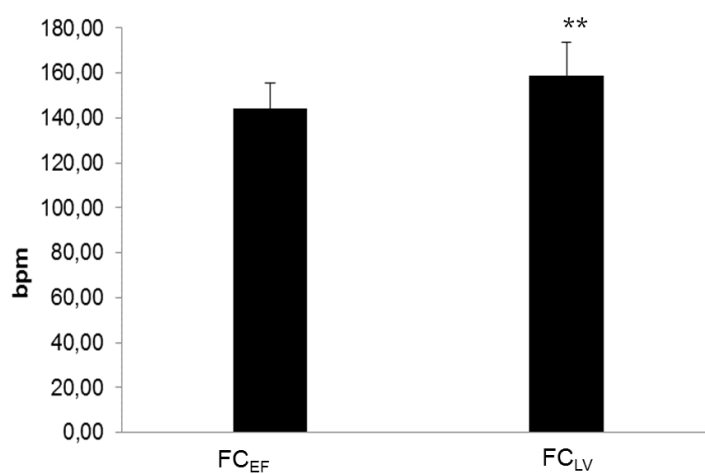


Figura 7 - Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios de força (FC_{EF}) com a frequência cardíaca do limiar ventilatório dos voluntários (FC_{LV}). **p < 0,01.

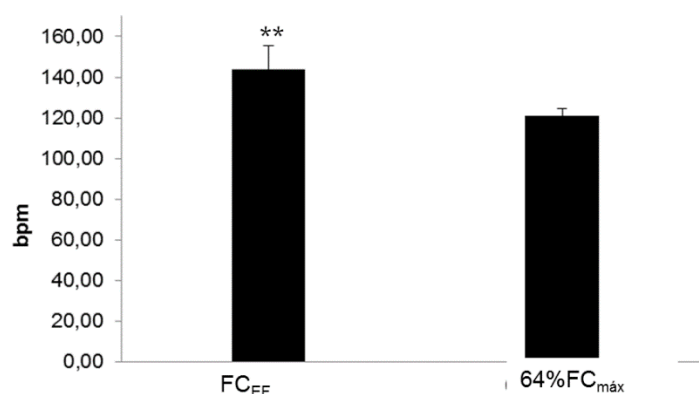


Figura 8 - Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios de força (FC_{EF}) com a recomendação para o treinamento aeróbico (64% FC_{máx}). **p < 0,01.

DISCUSSÃO

Os voluntários deste estudo eram homens jovens, que praticavam exercícios de força e aeróbico há pelo menos um ano, sendo que, pelo tempo de treinamento, sendo classificados como recreacionalmente treinados (Rhea, 2004).

Os valores do consumo de oxigênio pré-exercício não foram diferentes nas sessões de exercícios nos EA-EF e EF-EA, indicando que os 35 minutos de recuperação (15 minutos após o exercício com as medidas cardiopulmonares e 20 minutos de intervalo) foram suficientes para que os voluntários estivessem nas mesmas condições físicas antes de cada sessão.

Durante a realização dos exercícios, o VO₂ e a FC não apresentaram diferenças significativas nos exercícios aeróbicos nos EA-EF e EF-EA, assim como nos exercícios de força nos EA-EF e EF-EA, indicando que a sessão de exercício inicial não influenciou nas respostas agudas das sessões posteriores, demonstrando que o intervalo entre o término de exercício de uma sessão e o início de outra, cerca de 40 minutos (15 das medidas cardiopulmonares na recuperação, 20 de intervalo e 5 das medidas pré exercício) foi suficiente para recuperação dos voluntários.

O VO₂ foi muito superior nos exercícios aeróbicos que nos exercícios de força, apontando que a sobrecarga aeróbia na corrida na intensidade do primeiro limiar ventilatório foi muito maior que os exercícios de força a 70% 1RM.

Por outro lado, não houve diferença na FC entre os exercícios aeróbico e de força, o

que indica que a resposta da FC é excessiva nos exercícios de força, o que está de acordo com outros estudos (Simões e colaboradores, 2011; Sindorf e colaboradores, 2013; Hurley e colaboradores, 1984).

O VO₂ retornou aos valores pré-exercício em menos de 15 minutos, em todos os voluntários, em todas as sessões de exercícios, indicando um tempo curto de excess post-exercise consumption (EPOC).

A magnitude e duração do EPOC varia de acordo com a intensidade e se o exercício é contínuo ou intervalado (Panissa e colaboradores, 2020).

Nos exercícios aeróbicos, esta rápida recuperação era esperada, pois espera-se que nos exercícios até o limiar anaeróbico a fase de débito de oxigênio dure poucos minutos (Wasserman e colaboradores, 1999).

Nos exercícios de força existem dados discrepantes na literatura em relação à magnitude do EPOC (Castinheiras Neto, Silva e Farinatti, 2009), mas os resultados da presente pesquisa indicando que o EPOC teve curta duração estão de acordo com outros estudos (Simões e colaboradores, 2011; Sindorf e colaboradores, 2013).

Nos exercícios aeróbicos, a corrida na velocidade do primeiro limiar ventilatório apresentou valores de consumo de oxigênio e frequência cardíaca que não diferiram entre as duas sessões, mostrando que a carga de treinamento utilizada foi reprodutível.

A média do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca nas sessões de exercícios aeróbicos foram similares às obtidas no teste cardiopulmonar máximo, que utilizou o protocolo proposto por Tebexreni e

colaboradores (2001), indicando que a velocidade, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca do limiar ventilatório obtidos no teste cardiopulmonar, utilizando este protocolo, são reprodutíveis para o treinamento aeróbio contínuo de homens jovens treinados.

Os resultados da média do VO_2 e da FC no LV foram muito superiores aos mínimos recomendados pelo American College of Sports Medicine (2011), para treinamento para aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis, estes dados indicam que a velocidade do primeiro limiar ventilatório do teste cardiopulmonar máximo em esteira consiste em uma carga adequada para treinamento aeróbio contínuo para melhora da aptidão cardiorrespiratória em homens jovens treinados, o que está de acordo com Barros Neto, Cesar e Tambeiro (1999), que consideram o limiar ventilatório não apenas um índice de classificação da aptidão cardiorrespiratória, mas também uma intensidade para treinamento aeróbio.

Entretanto, além do treinamento em intensidade moderada, o American College of Sports Medicine (2011) também recomenda o treinamento vigoroso, ou a combinação de moderado e vigoroso, para treinamento para aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis.

Desta forma, a intensidade do limiar ventilatório pode ser considerada adequada para o treinamento para homens jovens treinados.

Entretanto, conforme Cesar e Gonelli (2011) citam para jogadores de futebol, maiores intensidades e treinamentos intermitentes também devem ser utilizados para melhora do desempenho físico.

Nos exercícios de força, realizados com o número de repetições e intensidade adequada para treinamento de força em adultos saudáveis, os valores do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca não foram diferentes nas duas sessões de exercícios, indicando que a carga de 70% 1RM foi reprodutível na medida do VO_2 e da FC durante a realização dos exercícios de força pelos homens jovens treinados.

A média do VO_2 nas sessões de exercícios de força foram inferiores ao mínimo preconizado para treinamento para aptidão cardiorrespiratória recomendada pelo American College of Sports Medicine (2011), e muito inferior ao LV. Estes dados indicam que os exercícios de força proporcionam pequena

sobrecarga cardiorrespiratória em homens jovens treinados, sendo necessária a realização de exercícios aeróbios para melhora da aptidão cardiorrespiratória. A baixa sobrecarga aeróbia nos exercícios de força encontrada nesta pesquisa está de acordo com os estudos de Hurley e colaboradores (1984), Botelho e colaboradores (2003), Simões e colaboradores (2011), Sindorf e colaboradores (2013) e Lopes e colaboradores, 2018.

A média da FC nas sessões de exercícios de força foi inferior ao LV, mas superiores ao mínimo recomendado para treinamento da aptidão cardiorrespiratória pelo American College of Sports Medicine (2011), o que deve ser atribuído a uma estimulação simpática excessiva nos exercícios de força (Kraemer e colaboradores, 1987) e não à sobrecarga aeróbia.

Estes resultados estão de acordo com outros estudos (Simões e colaboradores, 2011; Sindorf e colaboradores, 2013; Lopes e colaboradores, 2018; Hurley e colaboradores, 1984; Botelho e colaboradores, 2003) que observaram uma resposta da frequência cardíaca excessiva nos exercícios de força. Este dado indica que a FC não é um indicador adequado da sobrecarga aeróbia nos exercícios de força.

CONCLUSÃO

Os exercícios aeróbios apresentaram valores do VO_2 muito superiores aos exercícios de força, mas não houve diferenças significativas na FC, evidenciando uma resposta excessiva da frequência cardíaca nos exercícios de força.

Nos exercícios aeróbios, os resultados indicaram que a corrida na velocidade do primeiro limiar ventilatório representa uma intensidade de esforço adequada para treinamento aeróbio contínuo, para homens jovens treinados.

Nos exercícios de força, os resultados do VO_2 apontaram que a sobrecarga aeróbia foi insuficiente para melhora da aptidão cardiorrespiratória, em homens jovens treinados.

Os resultados indicaram que a frequência cardíaca não é um indicador adequado para avaliar a sobrecarga aeróbia nos exercícios de força.

AGRADECIMENTOS

Os autores ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelas bolsas de iniciação científica, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de mestrado, e à Universidade Metodista de Piracicaba, pela bolsa de doutorado.

REFERENCIAS

1-American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 43. Num. 7. 2011. p.1334-1359.

2-Albesa-Albiol, L.; Serra-Paya, N.; Garnacho-Castaño, M.A.; Cano, L.G.; Cobo, E.P.; Mate-Muñoz, J.L.; Garnacho-Castaño, M.V. Ventilatory efficiency during constant-load test at lactate threshold intensity: Endurance versus resistance exercises. *PLOS ONE*. Vol. 14. Num. 5. 2019. p. 01-18. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0216824>

3-Barros Neto, T.L.; Cesar, M.C.; Tambeiro, V.L. Avaliação da Aptidão Física Cardiorrespiratória. In Ghorayeb, N.; Barros, T. *O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos*. São Paulo. Atheneu. 1999. p.15-24.

4-Botelho, P.A.; Cesar, M.C.; Assis, M.R.; Pavanelli, C.; Montesano, F.T.; Barros, T.L. Comparação das variáveis metabólicas e hemodinâmicas entre exercícios resistidos e aeróbios, realizados em membros superiores. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Vol. 8. Num. 2. 2003. p.35-40.

5-Brown, L.E.; Weir, J.P. ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology*. Vol. 4. Num. 3. 2001. p.01-21.

6-Castinheiras Neto, A.G.; Silva, N.L.; Farinatti, P.T.V. Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício: uma revisão sistemática. *Revista*

Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 15. Num. 1. 2009. p. 70-78.

7-Cesar, M.C.; Borin, J.P.; Gonelli, P.R.G.; Simões, R.A.; Souza, T.M.F.; Montebelo, M.I.L. The effect of local muscle endurance training on cardiorespiratory capacity in young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23. Num. 6. 2009. p.1637-1643.

8-Cesar, M.C.; Gonelli, P.R.G.; Seber, S.; Pellegrinotti, I.L.; Montebelo, M.I.L. Comparison of physiological responses to treadmill walking and running in young men. *Gazzetta Médica Italiana Archivio Per Le Scienze Mediche*. Vol. 166. Num. 5. 2007. p.163-167.

9-Cesar, M.C.; Gonelli, P.R.G. Avaliação cardiorrespiratória de jogadores de futebol. In Freitas, TGP (Org.). *A Ciência da Grande Área: Futebol e Conhecimento Interdisciplinar*. Uberaba. TecnoSports. 2011. p.175-185.

10-Cesar, M.C.; Sindorf, M.A.G.; Silva, L.A.; Gonelli, P.R.G.; Pellegrinotti, I.L.; Verlengia, R.; Montebelo, M.I.L.; Machado-Gobatto, F.B. Comparison of the acute cardiopulmonary responses of trained young men walking or running the same distance at different speeds on a treadmill. *Journal of Exercise Physiology Online*. Vol. 16. Num. 4. 2013. p.84-91.

11-Davis, J.A.; Vodak, P.; Wilmore, J.H.; Vodak, J.; Kurtz, P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 41. Num. 4. 1976. p.544-550. <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1976.41.4.544?journalCode=jappl>

12-Ferrari, R.; Alberton, C.; Pinto, S.; Cadore, E.; Pinto, R.; Kruel L.F. Oxygen consumption during concurrent training: influence of intra-session exercise sequence and aerobic exercise modality. *Biology of Sport*. Vol. 35. Num. 3. 2018. p.247-252. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6224852/>

13-Gonelli, P.R.G.; Filho, E.G.; Carraro, R.; Montebelo, M.I.L.; Cesar, M.C. Comparison of cardiopulmonary responses to treadmill walking and running at the same speed in young women. *Journal of Exercise Physiology online*. Vol. 14. Num. 3. 2011. p.53-59.

<https://www.asep.org/asep/asep/GONELLIJEPonlineJune2011.pdf>

14-Gonelli, P.R.G.; Pedroso, M.A.B.; Simões, R.A.; Souza, T.M.F.; Dallemole, C.; Montebelo, M.I.L.; Borin, J.P.; Cesar, M.C. Respostas cardiopulmonares de mulheres jovens ao exercício máximo em esteira. *Saúde em Revista*. Vol. 8. Num. 20. 2006. p.31-36.

15-Greer, B.K.; Sirithienthad, P.; Moffatt, R.J.; Marcello, R.T.; Panton, L.B. EPOC Comparison Between Isocaloric Bouts of Steady- State Aerobic, Intermittent Aerobic, and Resistance Training. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2015. p. 1-6.

16-Hurley, B.F.; Seals, D.R.; Ehsani, A.A.; Cartier, L.J.; Dalsy, G.P.; Hagberg, J.M.; Holloszy, J.O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 16. Num. 5. 1984. p.483-488.

17-Kraemer, W.J.; Noble, B.J.; Clark, M.J.; Culver, B.W. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 8. Num. 4. 1987. p.247-52. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3667019/>

18-Lima, C.; Boulosa, D.; Frollini, A.B.; Donatto, F.F.; Leite, R.D.; ; Montebelo, M.I.L.; Prestes, J.; Cesar, M.C. Linear and daily undulating resistance training periodizations have differential beneficial effects in young sedentary women. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 33. Num. 9. 2012. p.723-727.

19-Lopes, G.C.F.; Cesar, M.C.; Gonelli, P.R.G.; Sindorf, M.A.G.; Arbex, T.V.; Crepaldi, M.D.; Verlengia, R. Acute Cardiopulmonary Responses of Women during Exercises of Localized Muscular Resistance and Aerobic Exercises in the Same Energy Demand. *Journal of Exercise Physiology online*. Vol. 21. Num. 4. 2018. p. 123-133.

20-Morrow Jr, J.R.; Jackson, A.W.; Disch, J.G.; Mood, D.P. *Medida e avaliação do desempenho humano*. 4ª edição. Porto Alegre. Artmed. 2014.

21-Panissa, V.L.G.; Bertuzzi, R.C.M.; Lira, F.S.; Júlio, U.F.; Franchin, E. Exercício Concorrente: Análise do Efeito Agudo da

Ordem de Execução Sobre o Gasto Energético Total. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.15. Num.2. 2009. p.127-31.

22-Pellegrinotti, I.L.; Cesar, M.C. Educação física e saúde no século XXI: conhecimento e compromisso social. In: Moreira, W.W.; Nista-Piccolo, V.L (Orgs). *Educação física e esporte no século XXI*. Campinas. Papyrus. 2016. p.363-380.

23-Ravagnani, C.F.C.; Melo, F.C.L.; Ravagnani, F.C.P.; Burini, F.H.P.; Burini, R.C. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.19. Num.2. 2013. p.134-138.

24-Rhea, M.R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol.18. Num.4. 2004. p.918-920.

25-Simões, R.A.; Gonelli, P.R.G.; Celante, G.S.; Sindorf, M.A.G.; Souza, T.M.F.; Montebelo, M.I.L.; Borin, J.P.; Cesar, M.C. Comparison of acute cardiorespiratory responses in women engaged in local muscle endurance vs. high load strength training. *Journal of Exercise Physiology Online*. Vol.14. Num.4. 2011. p.106-119.

26-Sindorf, M.A.G.; Celante, G.S.; Montebelo, M.I.L.; Borin, J.P.; Gonelli, P.R.G.; Simões, R.A.; Souza, T.M.F.; Cesar, M.C. Respostas cardiopulmonares agudas de mulheres no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.19. Num.31. 2013. p.12-15.

27-Souza, T.M.F.; Cesar, M.C.; Borin, J.P.; Gonelli, P.R.G.; Simões, R.A.; Montebelo, M.I.L. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.14. Num.6. 2008. p.513-517.

28-Souza, T.M.F.; Sindorf, M.A.G.; Gonelli, P.R.G.; Simões, R.A.; Montebelo, M.I.L.; Cesar, M.C. Carga para aplicação de testes de 1-RM em exercícios de membros superiores, em mulheres jovens treinadas e não treinadas.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

Revista Brasileira de Ciências do Esporte. Vol. 35. Num.3. 2013. p. 575-586.

29-Tebexreni, A.S.; Lima, E.V.; Tambeiro, V.L.; Barros Neto, T.L. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações “versus” protocolo de rampa. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. Vol.11. Num.3. 2001. p.519-28.

30-Vechin, F.C.; Libardi, C.A.; Conceição, M.S.; Damos, F.R.; Lixandrão, M.E.; Berton, R.P.; Tricoli, V.A.; Roschel, H.A.; Cavaglieri, C.R.; Chacon-Mikahil, M.P.; Ugrinowitsch, C. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol.29. Num. 4. 2015. p. 1071-1076.

31-Verlengia, R.; Cardoso, L.C.; Araujo, G.G.; Gonelli, P.R.G.; Reis, I.G.M.; Gobatto, C.A.; Newsholme, P.; Cesar, M.C. Effect of walking and running on the cardiorespiratory system, muscle injury, and the antioxidant system after 30 min at the walk-run transition speed. Journal of Exercise Physiology Online. Vol.15. Num.5. 2012. p.40-48.

32-Wasserman, K.; Hansen, J.E.; Sue, D.Y.; Casaburi, R.; Whipp, B.J. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Application. 3ª edição. Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins. 1999.

33-Wilmore, J.H.; Costill, D.L. Fisiologia do Esporte e do Exercício. 2ª edição São Paulo. Manole. 2001.

5 - Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP; Departamento de Medicina da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Piracicaba-SP, Brasil.

E-mail dos autores:

pamerense@gmail.com

renatocta1@hotmail.com

rmayconpersonal@yahoo.com

junior.sobral@hotmail.com.br

milmonte50@gmail.com

marcelo.cesar@unimep.br

Autor correspondente

Pamela Roberta Gomes Gonelli.

pamerense@gmail.com

Rodovia do Açúcar, Km 156, Taquaral.

Piracicaba - São Paulo, Brasil.

Recebido para publicação em 10/03/2021

Aceito em 29/03/2021