

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

GUILHERME FERNANDO COUTO RODRIGUES

**TREINAMENTOS CONCORRENTE E
AERÓBIO: EFEITOS SOBRE O
CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO
EM HOMENS DE MEIA-IDADE**

Campinas
2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA
BIBLIOTECA FEF - UNICAMP**

R618t	Rodrigues, Guilherme Fernando Couto. Treinamentos concorrente e aeróbio: efeitos sobre o consumo máximo de oxigênio em homens de meia idade / Guilherme Fernando Couto Rodrigues. -- Campinas, SP: [s.n], 2010.
	Orientadores: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil; Cleiton Augusto Libardi. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.
	1. Treinamento aeróbio. 2. Treinamento concorrente. 3. Meia Idade. 4. Consumo de Oxigênio. I. Chacon-Mikahil, Mara Patrícia Traina. II. Libardi, Cleiton Augusto. III. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. IV. Título.
	dilsa/fef

Título em inglês: Concurrent and endurance training: effects on maximal oxygen consumption of middle-aged men.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Endurance training; Concurrent training; Middle age; Oxygen Consumption.

Banca Examinadora: Cleiton Augusto Libardi; José Vítor Vieira Salgado; Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil; Marcy Garcia Ramos.

Data da defesa: 15/06/2010.

GUILHERME FERNANDO COUTO RODRIGUES

**TREINAMENTOS CONCORRENTE E
AERÓBIO: EFEITOS SOBRE O
CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO
EM HOMENS DE MEIA-IDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Faculdade de
Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
Co-Orientador: Cleiton Augusto Libardi

Campinas
2010

GUILHERME FERNANDO COUTO RODRIGUES

**TREINAMENTOS CONCORRENTE E AERÓBIO:
EFEITOS SOBRE O CONSUMO MÁXIMO DE
OXIGÊNIO EM HOMENS DE MEIA-IDADE**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Guilherme Fernando Couto Rodrigues e aprovado pela Comissão julgadora em: 15/06/2010.

Prof^a. Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
Orientadora

Prof. Dtdo. Cleiton Augusto Libardi
Co-orientador

Prof. Me. José Vítor Vieira Salgado
Avaliador Externo

Prof^a. Dra. Marcy Garcia Ramos
Avaliadora Externa

Campinas
2010

Dedicatória

**A Deus, minha família, amigos,
mestres e todos os que, na sua forma
única e especial, contribuem para que
o horizonte esteja sempre alcançável.**

Agradecimentos

Não caberia em uma, duas, cem ou mais laudas o quanto me sinto grato por todos os esforços que já foram feitos para mim.

Agradeço a Deus, alfa a ômega, o motivo pelo qual sigo e faço.

Aos meus familiares, exemplares em todos os aspectos, que me guiam diariamente com todo apoio e amor possível.

Aos meus amigos, que apesar da rotina teimar em me afastar deles, sempre estão comigo compartilhando os mesmos anseios e experiências.

Aos meus mestres, fundamentais e inspiradores, que empregaram seu tempo precioso em mim e têm sido fundamentais para que sonhos possam ser imaginados.

Enfim, a todos que, com o mais singelo, porém significativo ato puderam dispor as coisas de um jeito que jamais voltarão ao seu antigo lugar!

RODRIGUES, Guilherme Fernando Couto. **TREINAMENTOS CONCORRENTE E AERÓBIO: EFEITOS SOBRE O CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO EM HOMENS DE MEIA-IDADE** 2010. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RESUMO

O processo de envelhecimento acarreta naturalmente em perdas fisiológicas. Conjuntamente a este fato, os hábitos pessoais também interferem na qualidade de vida. Sabe-se que diferentes métodos de treinamento físico, cada um na sua especificidade, atuam positivamente na melhoria da saúde. O treinamento aeróbio (TA) pode contribuir com adaptações cardiorrespiratórias, enquanto o treinamento de força (TF) pode interferir na manutenção da força e massa magra. A associação desses diferentes regimes de treinamento, chamado de treinamento concorrente (TC) tem mostrado prejuízo nos ganhos de força e massa magra, o que parece não ocorrer com a potência (VO_2 pico) e capacidade aeróbia. Este estudo tem por objetivo comparar o efeito de 16 semanas de TA e TC no VO_2 pico de homens de meia-idade. Participaram desse estudo 33 indivíduos do sexo masculino ($47 \pm 1,41$ anos; $73,35 \pm 11,95$ kg; $171,75 \pm 2,47$ cm) sendo: TC (n=17) que realizou o TF composto de seis exercícios com 3 séries de 10 repetições máximas e 1 minuto de pausa, acrescido de 30 minutos de TA, com exercícios de caminhada ou corrida com intensidades correspondentes a 50-85% VO_2 pico, 3 sessões semanais; TA (n=16) que realizou 60 minutos exercícios de caminhada ou corrida com intensidades correspondentes a 50-85% do VO_2 pico realizados também 3 vezes por semana. Para determinação do VO_2 pico, foi realizada avaliação cardiorrespiratória antes, após oito semanas e ao final do período experimental, através de protocolo incremental até exaustão em esteira ergométrica, com análise de gases expirado. Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro Wilk, posteriormente realizada análise de variância de dois caminhos (Anova two-way) e post-hoc de Tukey. Para identificar as diferenças entre a percentagem de modificação do VO_2 pico, foi utilizado o teste t para amostras independentes. Foi adotado nível de significância $p < 0,05$. Os resultados pré, após 8 semanas e após o período de TA para VO_2 pico (ml/kg/min) foram, respectivamente: $31,63 \pm 3,95$, $35,63 \pm 3,13$ e $37,95 \pm 3,72$. Para o grupo TC: $30,00 \pm 5,58$, $32,12 \pm 5,79$ e $33,04 \pm 5,70$. Houve diferença significativa no VO_2 pico após 8 semanas somente para o TA, já após 16 semanas houveram diferenças significantes para TA e TC em relação ao momento pré. Ao final do período, o percentual de modificação médio do VO_2 pico visto entre o momento pré e pós de TA foi significativamente maior em relação ao valor observado entre oito e 16 semanas de TC. Concluímos que o TA se mostrou mais eficaz na melhora do VO_2 pico em homens de meia-idade sedentários. A realização do treinamento de força na mesma sessão que o treinamento aeróbio parece ter interferido no ganho do VO_2 pico em um curto período de treinamento, bem como a magnitude de sua modificação após 16 semanas de treinamento.

Palavras-Chaves: Treinamento Aeróbio; Treinamento Concorrente; Meia-Idade; Consumo De Oxigênio.

RODRIGUES, Guilherme Fernando Couto. **CONCURRENT AND ENDURANCE TRAINING: EFFECTS ON MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION OF MIDDLE-AGED MEN**. 2010. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

ABSTRACT

The aging process leads naturally to physiological losses. Together with this fact, personal habits also affect the quality of life. It is known that different methods of physical training, each one in its specificity, have positive effects on improving health. Endurance training (TA) can contribute to cardiorespiratory adaptations while strength training (TF) can interfere with maintaining the strength and lean body mass. The combination of these various kinds of training, called concurrent training (TC) has shown prejudice in gains of strength and lean body mass, while it is unlikely to affect aerobic power (VO_2 peak) and capacity. This study aims to compare the effect of 16 weeks of TA and TC in VO_2 peak of middle-aged men. 33 males (47 ± 1.41 years, 73.35 ± 11.95 kg, 171.75 ± 2.47 cm) were randomly separated in two groups: TC ($n = 17$) which performed TF consisted of six exercises with 3 sets of 10 maximum repetitions and 1 minute of rest, plus 30 minutes of TA, doing walking or running exercises with intensities corresponding to 50-85% VO_2 peak, three weekly sessions; TA ($n = 16$) performed 60 minutes of walking or running exercises with intensities corresponding to 50-85% of VO_2 peak also performed three times per week. For determination of VO_2 peak, a cardiorespiratory evaluation was conducted before, after eight weeks and after the trial period, using incremental protocol to exhaustion on a treadmill, with expired gas analysis. We applied Shapiro Wilk's normality test, subsequently performed analysis of variance of two paths (ANOVA two-way) and Tukey's post-hoc. To identify the differences between the percentage change in VO_2 peak, we used the t-test for independent samples. The level of significance established at $p < 0.05$. The results before, after 8 weeks and after the period of TA to VO_2 peak (ml/kg/min) were: 31.63 ± 3.95 , 35.63 ± 3.13 and 37.95 ± 3.72 . For the TC: 30.00 ± 5.58 , 32.12 ± 5.79 and 33.04 ± 5.70 . We found significant difference in VO_2 peak after 8 weeks only for the TA, after 16 weeks there were significant differences for TA and TC in relation to the beginning of the study. At the end of the period, the average percentage change of VO_2 peak between the moment before and after TA was significantly higher compared to the value observed between eight and 16 weeks of TC. We conclude that TA seems to be more effective in improving of VO_2 peak in middle-aged sedentary men. The implementation of strength training in the same session of TA may affect the increase of VO_2 peak in a short period of training, as well as the magnitude of its change after 16 weeks of training.

Key Words: Endurance Training, Concurrent Training, Middle Age, Oxygen Consumption.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
SM	Síndrome Metabólica
VO₂pico	Consumo pico de oxigênio
VO₂máx	Consumo máximo de oxigênio
TA	Treinamento aeróbio
TF	Treinamento de força
TC	Treinamento concorrente
LV	Limiar ventilatório
PCR	Ponto de compensação respiratória
EM	Economia de movimento
8S	Oito semanas
16S	Dezesseis semanas
E1	Etapa 1
E2	Etapa 2

SUMÁRIO

1 SURGIMENTO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Envelhecimento: Declínios Funcionais.....	13
2.2 Consumo Máximo de Oxigênio.....	15
2.3 Treinamento Aeróbio.....	17
2.4 Treinamento Concorrente.....	18
3 OBJETIVOS.....	20
4 RESULTADOS	21
4.1 Artigo.....	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS DA MONOGRAFIA.....	41
APÊNDICES.....	46

1 Surgimento

O presente trabalho é resultado de uma busca que não sei ao certo quando começou. Nem sei se foi iniciada na graduação – provavelmente muito antes dela - mas que certamente representa ainda o início de uma jornada.

A vontade de viver da Educação Física, isto é, aliar à vida profissional o prazer incessante de fazer o que amo, acredito que tenha surgido no início terceiro ano do Ensino Médio. Desde lá tenho sentido e cultivado uma certeza muito significativa que em nenhum momento me fez cogitar sequer uma outra formação superior.

Graças a Deus tive a benção, a honra, o privilégio de, imediatamente após o término no Ensino Médio, ter acesso ao curso de graduação de um dos melhores, se não o melhor, curso de graduação em Educação Física do país, onde tive contato com alunos e professores brilhantes, que, em conjunto com minha família, me ajudaram absurdamente a pensar o mundo de uma maneira diferente, possível e impagável.

Na faculdade conheci muitas das áreas pertinentes ao curso. Com algumas fiz questão de me envolver e descobrir melhor, seja na busca de realização profissional, seja pela importância que acrescentaria para minha formação inclusive pessoal.

Experimentei bem, até que, chegando o final do terceiro ano do curso precisei decidir que tema abordaria para a realização deste trabalho de conclusão de curso. Pensava em muitas possibilidades que não afunilavam e me faziam andar em círculos, até que surgiu um interesse relacionado com hormônios que rendeu até um nome de projeto, ainda que inconclusivo: “Análise teórica da interferência de concentrações hormonais significativas exclusivas de mulheres no treinamento físico”.

Fui encaminhado para a prof^a. Dra. Mara Patrícia, com quem conversei sobre o assunto, e com seu orientando de doutorado, prof. Cleiton; que futuramente viriam a ser meus orientadores. Tempos depois, chegou até mim, através deles, a proposta de estudar concentrações hormonais – testosterona e cortisol – mas em homens de meia-idade sedentários, com possibilidade de realização de iniciação científica com o assunto. Prontamente aceitei o projeto que ainda tomou outros rumos, resultando finalmente no tema “Alterações cardiorrespiratórias

decorrentes de diferentes tipos de treinamento físico em homens sedentários de meia-idade”, que atualmente vigora com bolsa de iniciação científica financiado pelo PIBIC/CNPq.

Desde então tem ocorrido um envolvimento meu cada vez mais intenso e expressivo com a pesquisa e o mundo acadêmico, que tem me trazido inúmeras experiências e aprendizado extremamente válidos, me fazendo querer continuar nesse ambiente e estudar cada vez mais.

Parte deste projeto em andamento é apresentado aqui como trabalho de conclusão de curso, intitulado: “Treinamentos concorrente e aeróbio: efeitos sobre o consumo máximo de oxigênio em homens de meia-idade”.

2 Referencial Teórico

2.1 Envelhecimento: Declínios Funcionais

Nos dias atuais, usufruímos de uma tecnologia resultante da evolução dos conhecimentos da humanidade, que tem propiciado ao homem uma vida com mais segurança e conforto, reduzindo assim a mortalidade e aumentando em número a população mundial e expectativa de vida das pessoas.

Com isso, cada vez mais surgem questões voltadas à qualidade de vida da população que está tendo esta sobrevida, principalmente relacionada ao envelhecimento, processo inevitável que traz efeitos deletérios ao organismo. Afetando o indivíduo de maneira geral, estas alterações trazem limitações à capacidade de realização das atividades diárias de maneira vigorosa, aumentando a vulnerabilidade do corpo (ALVES et al., 2004).

De acordo com Matsudo (2001), nesse processo há a ocorrência da perda da massa muscular (sarcopenia) e, com isso, da força, interferindo negativamente na mobilidade e também na capacidade funcional do indivíduo. Essa redução natural se dá por vários aspectos nutricionais, neurológicos e endócrinos, como pelo declínio de níveis hormonais do GH - hormônio do crescimento. Hunter et al. (2004) colocam que, em pessoas de meia-idade e idosos, a redução de força estaria atrelada à diminuição da capacidade funcional, atividades do cotidiano e conseqüentemente menor gasto calórico diário.

Os hábitos de vida, como o sedentarismo, contribuem para o declínio das capacidades funcionais (MATSUDO, 2001). Essa ociosidade pode potencialmente levar ao desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas, como afecções no sistema cardiovascular – causa significativa de óbito no mundo (ALVES et al., 2004; GHAHRAMANLOO et al., 2009), que pode resultar na chamada Síndrome Metabólica (SM) (WANNAMETHEE et al. 2006).

Segundo a National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III (ATP III), (2001), a SM constitui-se de três ou mais das seguintes anormalidades metabólicas: obesidade abdominal, hipertrigliceridemia, colesterol HDL baixo, pressão arterial

elevada, glicose em jejum elevada, estado pró-trombótico e pró-inflamatório. A associação desses sintomas aumenta o risco de desenvolvimento de diabetes mellitus e doenças cardiovasculares.

Indivíduos de meia-idade e também idosos apresentam maior ocorrência da SM (FORD et al., 2004), nível que tende a aumentar com o passar dos anos (KURL et al. 2006), fazendo com que seja urgente um acompanhamento preventivo visando o controle de uma epidemia.

Essas constatações são estudadas pela comunidade científica, que visa propor mudanças em relação às condutas e hábitos que levem a essa constante e gradual deficiência orgânica e, assim, melhore a qualidade de vida da população. Dentre essas propostas, é observado que a prática de programas de treinamento físico regulares pode consideravelmente favorecer a promoção e manutenção da saúde (HASKELL et al. 2007; NELSON et al. 2007; NIEMAN, 1999).

A realização de exercícios físicos para o desenvolvimento e manutenção da aptidão cardiorrespiratória, da força muscular e flexibilidade para a prevenção de doenças em adultos jovens, de meia-idade e idosos é recomendada pelo American College of Sports Medicine, em conjunto com o American Heart Association (HASKELL et al. 2007; NELSON et al. 2007).

Maior aptidão cardiorrespiratória reduz as chances de surgimento de doenças crônico-degenerativas, assim como indivíduos com maior força muscular possuem probabilidade 34% menor de desenvolvimento da Síndrome Metabólica (WIJNDAELE et al., 2007).

2.2 Consumo máximo de oxigênio

A aptidão aeróbia é um importante marcador relacionado à saúde de indivíduos de todas as faixas-etárias e consiste na capacidade do sistema cardiorrespiratório em fornecer oxigênio aos tecidos. Sua melhoria depende do desenvolvimento da musculatura cardíaca, esquelética, dos vasos sanguíneos e também dos pulmões (ULBRICH, 2009).

De acordo com Glaner (2003), quanto maior for essa capacidade, maior aptidão física terá um indivíduo, resultando em maior recuperação após determinado esforço. Ulbrich (2009) concluiu que um melhor condicionamento cardiorrespiratório aumenta a eficiência do sistema imunológico em adolescentes.

Uma das maneiras de mensurar a aptidão cardiorrespiratória consiste na avaliação da potência aeróbia, ou seja, o consumo pico de oxigênio (VO_{2pico}) (CYRINO et al., 2002), sendo este um importante marcador para a análise dos efeitos do treinamento sobre o desempenho aeróbio (WILMORE e COSTILL, 2001), além da possibilidade de prescrição de intensidades de treino, a partir dos limiares ventilatórios encontrados (LOURENÇO et al., 2007).

O VO_{2pico} reflete a quantidade máxima de energia passível de produção pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo, demonstrando valores até duas vezes maiores do que em indivíduos sedentários (CAPUTO et al., 2009).

Quando há um platô no consumo de oxigênio em uma intensidade considerada máxima do exercício, este parâmetro é chamado de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Para isso, essa análise depende muito do protocolo utilizado durante o teste de esforço máximo e também do grau de condicionamento físico do sujeito. Quando não há a ocorrência deste platô, esses valores máximos encontrados são chamados de VO_{2pico} (LOURENÇO et al., 2007).

Este marcador pode ser desenvolvido a partir de protocolos de treinamento físico. Sentija et. al (2009) encontraram melhoria significativa no $VO_{2máx}$ de homens jovens que foram submetidos a um programa de treinamento de levantamento de peso olímpico. Resultados nessa linha foram vistos também por Lovell et al. (2009), que puderam observar que 16 semanas de TF também ocasionaram melhora no $VO_{2máx}$ em homens idosos. Todavia, muitos são os estudos que trazem que o TF não melhora significativamente o $VO_{2máx}$ (FARINATTI et al., 2009; BISHOP et al., 1999; MARCINIK et. al, 1991).

O ACSM (2002) coloca que o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória se dá de maneira efetiva através de atividades aeróbias, especialmente protocolos supervisionados de treinamento aeróbio.

2.3 Treinamento aeróbio

A realização de exercícios dinâmicos entre intensidade moderada e alta por períodos longos, isso é, programas supervisionados de treinamento aeróbio, com intensidades maiores que 60% do VO_2 pico obtido antes do treinamento, com frequência superior a três dias por semana e duração maior que 16 semanas podem aumentar significativamente o VO_2 pico em indivíduos saudáveis de meia-idade e idosos (ACSM, 2009).

O treinamento aeróbio (TA), segundo Fentem (1994), promove benefícios à saúde, como redução do risco de câncer no sistema reprodutor feminino, de mama e de colo intestinal. Também causa respostas relacionadas à diminuição de osteoporose, dores nas costas, claudicação, depressão, obesidade, diabete mellitus tipo dois; e em sintomas voltados a doenças cardiovasculares, como insuficiência cardíaca, doenças coronarianas, trombose venosa profunda, hipertensão arterial e infarto; assim como causa prolongamento de uma vida independente pela manutenção da aptidão aeróbia.

Em um estudo feito por oito anos de duração em corredores com idade entre cinquenta e setenta e dois anos e que percorriam aproximadamente trinta e sete quilômetros por semana, Fries et al. (1994) concluiu que o TA não só diminui a mortalidade por algumas doenças, como também atenua a morbidade e incapacidade.

O TA também promove aumento na densidade capilar, número de mioglobinas intramuscular, enzimas participantes do ciclo de Krebs, cadeia de transporte de elétrons e quantidade de mitocôndrias, além de melhoras significantes na capacidade e potência aeróbia (TANAKA e SWENSEN, 1998).

2.4 Treinamento concorrente

O TA apresenta com eficácia a manutenção e desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória. Porém, consensualmente na literatura, apresenta pequeno impacto sobre a massa magra e força muscular, que vão diminuindo durante o processo de envelhecimento (MATSUDO, 2001).

As adaptações decorrentes do treinamento de força (TF) parecem compensar esta lacuna deixada pelo TA. A partir do TF, há um aumento da força muscular, atividade das enzimas glicolíticas, massa magra e o armazenamento de adenosina trifosfato e fosfocreatina; porém, resulta em um pequeno efeito benéfico sobre a capacidade e potência aeróbia (TANAKA e SWENSEN, 1998).

Os benefícios do TA e TF também estão associados à redução dos indicadores de doenças cardiovasculares (DCV) em homens de meia-idade, embora cada modalidade pareça fornecer diferentes benefícios, sugerindo que um regime ótimo de treinamento seria a associação do TA e TF para os indivíduos que possuem a SM.

Quando TA é associado ao TF, temos o chamado treinamento concorrente (TC), às quais suas adaptações estão relacionadas tanto a ganhos de força muscular como aptidão cardiorrespiratória (BALABINIS et al, 2003; DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; HUNTER et al., 1987).

Estudos nesta linha efetivamente têm demonstrado que o treinamento de força pode contribuir positivamente nos ganhos de aptidão aeróbia. Delagardelle et al. (2002), ao estudarem homens com doenças cardíacas crônicas, mostraram que o TC proporcionou melhorias no pico de VO_2 , o que não ocorreu em um TA isolado. Outro estudo, de Chtara et al. (2005), mostra que em jovens treinados foi encontrada melhoras significantes e similares de VO_{2pico} em grupos de TC e TA. No entanto, Beckers et al. (2008) verificaram que o TC não proporcionou ganhos adicionais de potência aeróbia e economia de movimento quando comparado ao TA em indivíduos com doenças cardiovasculares.

Desta forma, o intuito deste trabalho foi analisar as relações de ganho na capacidade cardiorrespiratória mediante a análise dos dados obtidos em diferentes protocolos de

treinamento. Especificamente, as alterações ocorridas no que diz respeito ao VO_2 pico a partir de um protocolo de TA e outro de TC.

3 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo comparar a magnitude das alterações ocorridas na potência aeróbia de homens de meia-idade submetidos a dois diferentes protocolos de treinamento físico de 16 semanas de duração: treinamento aeróbio e treinamento concorrente.

4 Resultados

A seguir será apresentada uma parte dos resultados obtidos na IC, que foram organizados em forma de artigo a fim de submissão à publicação em revista indexada da área, após correções e adequações.

4.1 Artigo Original

**TREINAMENTOS CONCORRENTE E AERÓBIO: EFEITOS
SOBRE O CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO EM HOMENS
DE MEIA-IDADE**

RESUMO

O processo de envelhecimento acarreta naturalmente em perdas fisiológicas. Conjuntamente a este fato, os hábitos pessoais também interferem na qualidade de vida. Sabe-se que diferentes métodos de treinamento físico, cada um na sua especificidade, atuam positivamente na melhoria da saúde. O treinamento aeróbio (TA) pode contribuir com adaptações cardiorrespiratórias, enquanto o treinamento de força (TF) pode interferir na manutenção da força e massa magra. A associação desses diferentes regimes de treinamento, chamado de treinamento concorrente (TC) tem prejudicado os ganhos de força e massa magra, o que não ocorre com a potência (VO_2 pico) e capacidade aeróbia. Este estudo tem por objetivo comparar o efeito de 16 semanas de TA e TC no VO_2 pico de homens de meia-idade. Participaram desse estudo 33 indivíduos do sexo masculino ($47 \pm 1,41$ anos; $73,35 \pm 11,95$ kg; $171,75 \pm 2,47$ cm) sendo: TC (n= 17) que realizou o TF composto de seis exercícios com 3 séries de 10 repetições máximas e 1 minuto de pausa, acrescido de 30 minutos de TA, com exercícios de caminhada ou corrida com intensidades correspondentes a 50-85% VO_2 pico, 3 sessões semanais; TA (n=16) que realizou 60 minutos exercícios de caminhada ou corrida com intensidades correspondentes a 50-85% do VO_2 pico realizados também 3 vezes por semana. Para determinação do VO_2 pico, foi realizada avaliação cardiorrespiratória antes, após oito semanas e ao final do período experimental, através de protocolo incremental até exaustão em esteira ergométrica, com análise de gases expirados. Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro Wilk, posteriormente realizada análise de variância de dois caminhos (Anova two-way) e post-hoc de Tukey. Para identificar as diferenças entre a percentagem de modificação do VO_2 pico, foi utilizado o teste t para amostras independentes. Foi adotado nível de significância $p < 0,05$. Os resultados pré, após 8 semanas e após o período de TA para VO_2 pico (ml/kg/min) foram, respectivamente: $31,63 \pm 3,95$, $35,63 \pm 3,13$ e $37,95 \pm 3,72$. Para o grupo TC: $30,00 \pm 5,58$, $32,12 \pm 5,79$ e $33,04 \pm 5,70$. Houve diferença significativa no VO_2 pico após 8 semanas somente para o TA, já após 16 semanas houveram diferenças significantes para TA e TC em relação ao momento pré. Ao final do período, o percentual de modificação médio do VO_2 pico visto entre o momento pré e pós de TA foi significativamente maior em relação ao valor observado entre oito e 16 semanas de TC. Concluímos que o TA foi mais eficaz na melhora do VO_2 pico em homens de meia-idade sedentários. A realização do treinamento de força na mesma sessão que o treinamento aeróbio interferiu no ganho do VO_2 pico em um curto período de treinamento, bem como a magnitude de sua modificação após 16 semanas de treinamento.

Palavras-Chaves: Treinamento aeróbio; treinamento concorrente; meia-idade; consumo pico de oxigênio.

ABSTRACT

The aging process leads naturally to physiological losses. Together with this fact, personal habits also affect the quality of life. It is known that different methods of physical training, each one in its specificity, have positive effects on improving health. Endurance training (TA) can contribute to cardiorespiratory adaptations while strength training (TF) can interfere with maintaining the strength and lean body mass. The combination of these various kinds of training, called concurrent training (TC) has shown prejudice in gains of strength and lean body mass, while it is unlikely to affect aerobic power (VO_2 peak) and capacity. This study aims to compare the effect of 16 weeks of TA and TC in VO_2 peak of middle-aged men. 33 males (47 ± 1.41 years, 73.35 ± 11.95 kg, 171.75 ± 2.47 cm) were randomly separated in two groups: TC ($n = 17$) which performed TF consisted of six exercises with 3 sets of 10 maximum repetitions and 1 minute of rest, plus 30 minutes of TA, doing walking or running exercises with intensities corresponding to 50-85% VO_2 peak, three weekly sessions; TA ($n = 16$) performed 60 minutes of walking or running exercises with intensities corresponding to 50-85% of VO_2 peak also performed three times per week. For determination of VO_2 peak, a cardiorespiratory evaluation was conducted before, after eight weeks and after the trial period, using incremental protocol to exhaustion on a treadmill, with expired gas analysis. We applied Shapiro Wilk's normality test, subsequently performed analysis of variance of two paths (ANOVA two-way) and Tukey's post-hoc. To identify the differences between the percentage change in VO_2 peak, we used the t-test for independent samples. The level of significance established at $p < 0.05$. The results before, after 8 weeks and after the period of TA to VO_2 peak (ml/kg/min) were: 31.63 ± 3.95 , 35.63 ± 3.13 and 37.95 ± 3.72 . For the TC: 30.00 ± 5.58 , 32.12 ± 5.79 and 33.04 ± 5.70 . We found significant difference in VO_2 peak after 8 weeks only for the TA, after 16 weeks there were significant differences for TA and TC in relation to the beginning of the study. At the end of the period, the average percentage change of VO_2 peak between the moment before and after TA was significantly higher compared to the value observed between eight and 16 weeks of TC. We conclude that TA seems to be more effective in improving of VO_2 peak in middle-aged sedentary men. The implementation of strength training in the same session of TA may affect the increase of VO_2 peak in a short period of training, as well as the magnitude of its change after 16 weeks of training.

Key Words: Endurance training, concurrent training, middle age, cardiorespiratory fitness

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, usufruímos de uma tecnologia resultante da evolução dos conhecimentos da humanidade, que propicia ao homem uma vida com mais segurança e conforto, reduzindo assim a mortalidade e aumentando em número a população mundial e expectativa de vida das pessoas.

Concomitantemente às mudanças ocorridas no envelhecimento, perdas fisiológicas também decorrem dos hábitos de vida, como o sedentarismo, que pode resultar na chamada Síndrome Metabólica (SM) (WANNAMETHEE et al. 2006). Segundo a National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III (ATP III), (2001), a SM constitui-se de três ou mais das seguintes anormalidades metabólicas: obesidade abdominal, hipertrigliceridemia, colesterol HDL baixo, pressão arterial elevada, glicose em jejum elevada, estado pró-trombótico e pró-inflamatório. A associação desses sintomas aumenta o risco de desenvolvimento de diabetes mellitus e doenças cardiovasculares.

Indivíduos de meia-idade, bem como idosos, principalmente homens com mais de sessenta anos, apresentam maior ocorrência da SM (FORD et al., 2004), embora seja observável alta incidência na meia-idade, nível que tende a aumentar com o passar dos anos (KURL et al. 2006), fazendo com que seja urgente um acompanhamento preventivo visando o controle de uma epidemia.

O sistema cardiorrespiratório também é afetado no processo de envelhecimento. Hollmann et al. (2007) trazem que o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) após os trinta anos de idade decresce cerca de 8% por década. A causa está atrelada principalmente à diminuição paulatina da capilarização na musculatura esquelética e débito cardíaco máximo. Essa perda também está vinculada à sarcopenia, ou seja, perda de massa magra, já que a diferença arteriovenosa de oxigênio na musculatura esquelética é um importante determinador do VO_2 máx (SANADA et al., 2007).

Essas constatações são estudadas pela comunidade científica, que visa propor mudanças em relação às condutas e hábitos de vida que levem a essa constante e gradual deficiência orgânica e, assim, melhore a qualidade de vida da população. Dentre essas propostas, é observado que a prática de programas de treinamento físico regulares pode consideravelmente favorecer a

promoção e manutenção da saúde (HASKELL et al. 2007; NELSON et al. 2007; NIEMAN, 1999).

A atividade física regular, em conjunto com outras mudanças no estilo de vida, como abandono do tabagismo, controle do peso corporal e uma dieta mais saudável promove melhoria na qualidade e expectativa de vida (NIEMAN, 1999).

A realização de exercícios físicos para o desenvolvimento e manutenção da aptidão cardiorrespiratória, da força muscular e flexibilidade para a prevenção de doenças em adultos jovens, de meia-idade e idosos é recomendada pelo American College of Sports Medicine, em conjunto com o American Heart Association (HASKELL et al. 2007; NELSON et al. 2007). Maior aptidão cardiorrespiratória reduz as chances de surgimento de doenças crônico-degenerativas, assim como indivíduos com maior força possuem probabilidade 34% menor de desenvolvimento da Síndrome Metabólica (WIJNDAELE et al., 2007). Ainda em relação ao VO_2 máx, homens que apresentam este índice menor que 29,1 mL/kg/min estão de três a quatro vezes mais propensos a desenvolverem a SM do que indivíduos com consumo maior que 35,5 mL/kg/min (CARROL e DUDFIELD, 2004).

Dentre as adaptações ocasionadas pelo treinamento físico, pode-se observar que o treinamento de força (TF) induz ao aumento da força muscular, atividade das enzimas glicolíticas, massa magra e o armazenamento de adenosina trifosfato e fosfocreatina; porém, resulta em um pequeno efeito benéfico sobre o limiar ventilatório (LV) e VO_2 máx. Já o treinamento aeróbio (TA) promove aumento na densidade capilar, número de mioglobinas intramuscular, enzimas participantes do ciclo de Krebs, cadeia de transporte de elétrons e quantidade de mitocôndrias, além de melhoras significativas na capacidade e potência aeróbia (TANAKA e SWENSEN, 1998).

Os benefícios do TA e TF também estão associados à redução dos indicadores de doenças cardiovasculares (DCV) em homens de meia-idade, embora cada modalidade pareça fornecer diferentes benefícios, sugerindo que um regime ótimo de treinamento seria a associação do TA e TF para os indivíduos que possuem a SM.

Quando TA é associado ao TF, temos o chamado treinamento concorrente (TC), às quais suas adaptações estão relacionadas tanto a ganhos de força muscular como aptidão cardiorrespiratória (BALABINIS et al, 2003; DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; HUNTER et al., 1987).

Além disso, estudos têm demonstrado que o treinamento de força pode contribuir positivamente nos ganhos de aptidão aeróbia. Delagardelle et al. (2002) mostraram que o TC proporcionou melhorias no pico de VO_2 , o que não ocorreu em um TA isolado. No entanto, Beckers et al. (2008) verificaram que o TC não proporcionou ganhos adicionais de potência aeróbia e economia de movimento quando comparado ao TA em indivíduos com doenças cardiovasculares.

Desta forma, procuramos comparar a magnitude das alterações na capacidade cardiorrespiratória dos voluntários submetidos a dois diferentes protocolos de treinamento físico: treinamento aeróbio e treinamento concorrente (treinamento de força associado ao aeróbio). Especificamente, as modificações ocorridas no consumo pico de oxigênio dos voluntários a partir dos experimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção da Amostra

Foram selecionados 33 voluntários do sexo masculino. Como critérios iniciais de inclusão, os sujeitos deveriam ser sedentários ou moderadamente ativos segundo o questionário de atividade física habitual Baecke (FLORINDO e LATORRE, 2003) e não terem participado regularmente de nenhum programa de atividades físicas ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento.

Como critérios de exclusão foram adotados a manifestação de doença isquêmica do miocárdio, tabagismo, a obesidade mórbida, a hipertensão arterial e diabetes mellitus. Para tal, os voluntários foram submetidos a exames clínicos e bioquímicos.

Os sujeitos selecionados para participarem deste estudo foram separados aleatoriamente, em dois grupos: grupo treinamento aeróbio (TA, n=16), grupo treinamento concorrente (TC, n=17), caracterizados abaixo (Tabela 1). Os grupos experimentais foram submetidos a 16 semanas de treinamento físico individualizado e periodizado.

TABELA 1 – Valores de média e desvio padrão das características iniciais dos voluntários participantes do estudo.

Variáveis	TA (n=16)	TC (n=17)
Idade (anos)	48,5±5,37	47,88±4,70
Peso (kg)	72,95±11,38	87,81±13,25
Estatura (cm)	171,5±2,12	173,01±7,21

Treinamento aeróbio = TA; Treinamento concorrente = TC.

Aspectos Éticos da Pesquisa

Após os voluntários serem esclarecidos e conscientizados sobre a proposta deste estudo e terem lido o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo CEP/FCM-UNICAMP pareceres: 250/2003; 252/2003; 253/2003; 248/2004; 496/2005, com adendos em 2007 e 2008, que aborda as questões referentes à sua dignidade; respeito à autonomia; ponderação entre riscos e benefícios, tanto atuais como potenciais, individuais ou coletivos, em que os esclarecimentos e procedimentos relacionados ao projeto comprometeram-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos. Os voluntários assinaram o termo de consentimento.

Ainda em relação aos aspectos éticos deste projeto, um outro ponto importante levantado refere-se à relevância social da pesquisa com vantagens significativas para os voluntários envolvidos, o que garante a igual consideração dos interesses das duas partes, adequando-se aos princípios científicos que a justifiquem, fundamentada na experimentação prévia e obedecendo a metodologia adequada proposta.

Protocolos de Avaliação

Medidas Antropométricas

A avaliação da massa corporal procedeu-se por meio de balança de plataforma (modelo ID-1500, Filizola, Brasil; e a estatura foi obtida em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988).

Avaliação Cardiorrespiratória

Para a avaliação desta variável os voluntários executaram um protocolo de esforço em Esteira ergométrica "Quinton" TM55 (Bothell, Washington, EUA), estando sempre conectado ao Analisador metabólico de gases - Sistema de Medição Direta de Consumo de Oxigênio e acessórios Ultima CPX – Medgraphics.

A avaliação cardiorrespiratória foi realizada em três momentos: pré-treinamento (Pré), após 8 semanas (8S) e ao final das 16 semanas (16S) para avaliação dos efeitos do treinamento. O protocolo consistiu em uma velocidade inicial de aquecimento de 4 km/h por 2 minutos, seguidos de acréscimos de 0,3 km/h a cada 30 seg, com uma inclinação constante de 1% (JONES e DOUST, 1996) até a exaustão física. Seguiu-se então um período de 4 minutos de recuperação sendo o primeiro minuto a 5 km/h, reduzindo-se 1 km/h a cada minuto.

Durante toda a realização do protocolo de esforço, foi monitorada a frequência cardíaca através da utilização da cinta transmissora (Polar[®], Finlândia), que transmitia o comportamento cardíaco ao equipamento de avaliação.

A aptidão cardiorrespiratória foi determinada pela média dos valores picos registrados e estimados nos últimos trinta segundos de teste, relacionados ao consumo pico de oxigênio (VO_{2pico}), ventilação (VE), frequência cardíaca (FC) e velocidade, atingidos na exaustão física, bem como os valores correspondentes ao limiar ventilatório (LV), detectado como o primeiro ponto de inflexão das curvas de produção de CO_2 (VCO_2) e da ventilação (VE), ou seja, onde ocorre a perda da linearidade destas variáveis em relação ao incremento linear do consumo de oxigênio (VO_2), (WASSERMAN et al., 1973). O ponto de compensação respiratória (PCR) foi identificado em duplicata mediante o uso do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2), equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2), considerando o aumento abrupto do VE/VCO_2 , de acordo com os critérios propostos por McLellan (1985).

Protocolo de Treinamento Físico

O treinamento físico foi composto por dois diferentes protocolos (TA e TC) onde cada um deles foi dividido em duas etapas, com duração de oito semanas consecutivas, intercaladas por uma semana de intervalo, sem qualquer tipo de treinamento, para que fossem realizadas as

reavaliações e reestruturações dos programas de treinamento. Nas duas etapas, os indivíduos realizaram três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras).

Treinamento Aeróbio

O protocolo de TA foi realizado na pista de atletismo da Faculdade de Educação Física – UNICAMP, onde os voluntários realizaram exercícios de caminhada ou corrida de maneira contínua, com variação da intensidade durante a sessão de treinamento. Na Etapa 1 (E1) foram realizados 15' abaixo do limiar ventilatório (LV), 15' no LV, 10' acima do LV e abaixo do ponto de compensação respiratória (PCR), 20' abaixo do LV. Essas intensidades correspondem a 50-85% VO_2 pico (ACSM, 1998), e duração total da sessão foi de aproximadamente 60 minutos.

Na Etapa 2 (E2) ocorreu um aumento na intensidade de treinamento em relação à E1. Foram realizados 10' abaixo do LV, 20' acima do LV e abaixo do PCR, 20' no PCR e 10' abaixo do LV, também com intensidades correspondentes a 50%-85% VO_2 pico (ACSM, 1998), com uma manutenção na duração do treinamento. A intensidade de treinamento referente ao LV e PCR foi monitorada por meio da velocidade do teste executado na esteira.

Treinamento Concorrente

No TC foram realizados TF e TA na mesma sessão, também dividido em duas etapas. Na E1 os participantes realizaram primeiramente TF composto de seis exercícios (Leg press, Cadeira extensora, Cadeira flexora, Supino reto, Puxador alto, Rosca direta), com três séries de 10 repetições e pausa de 1 minuto, e duração da sessão de aproximadamente 30 minutos (ACSM, 2002). A ordenação dos exercícios foi alternada por segmento nessa fase. Em seguida os participantes se deslocaram para a pista de atletismo, onde realizaram 30 minutos de TA, com exercícios de caminhada ou corrida com variação da intensidade onde foram 5' abaixo do LV, 10' no LV, 10' acima do LV e PCR, 5' abaixo do LV, intensidades correspondentes a 50-85% VO_2 pico (ACSM, 1998).

Na E2 do TC, a sessão de TF foi realizada com os mesmo exercícios e séries da E1, porém, com 8 repetições e pausa de 1 minuto e 30 segundos (ACSM, 2002) com duração aproximada 30 minutos. Nessa etapa a ordenação dos exercícios foi localizada por articulação. Para o TA ocorreu também um ajuste de modo a aumentar a intensidade do treinamento, sendo 5' abaixo

do LV, 10' acima do LV e abaixo do PCR, 10' no PCR, 5' abaixo do LV totalizando 30 minutos. A duração total da sessão do TC foi de aproximadamente 60 minutos, sendo assim similar ao TA.

Os reajustes nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios do TF se deu semanalmente de modo a sempre haver a execução de 10 repetições por série. O monitoramento da intensidade referente à parte aeróbia do treinamento seguiu o mesmo procedimento do TA isolado.

Análise dos Resultados

A partir da seleção e do tabelamento dos resultados, foi utilizado o programa Statistica 6.0, aplicado o teste de normalidade Shapiro Wilk e posteriormente realizada análise de variância de dois caminhos (Anova two-way), com aplicação do post-hoc de Scheffè.

A comparação entre as mudanças percentuais dos dados de cada grupo foi feita a partir do teste *t* de Student para amostras independentes, assim como o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Serão apresentados abaixo os valores referentes às médias e desvios padrões de VO_2 pico obtidos no teste ergoespirométrico, nas condições Pré, 8S E 16S, que dizem respeito respectivamente aos momentos antes, após 8 e ao final das 16 semanas de submissão dos voluntários aos protocolos designados para os grupos da pesquisa: treinamento aeróbio (TA) e treinamento concorrente (TC).

Os valores obtidos no momento da exaustão mostram que houve diferença significativa no VO_2 pico, expresso em ml/kg/min, em média, após 8 semanas somente para o TA, já após 16 semanas houveram diferenças significantes para TA e TC em relação ao momento pré (Tabela 2). Quanto ao percentual de modificação (Delta %) do VO_2 pico quando comparado intra-grupos e momentos, não foi encontrada diferença significativa (Figura 1).

TABELA 2. Comparação dos momentos pré-treinamento, após oito semanas (8S) e 16 semanas (16S) inter e intra-grupos para o consumo de oxigênio pico (VO_2 pico) entre treinamento aeróbio (TA) e treinamento concorrente (TC).

Variável		TA (n=16)	TC (n=17)
VO_2 pico (ml/kg/min)	Pré	32,46 ± 4,21	29,19 ± 5,24
	8S	35,90 ± 3,25*	31,49 ± 5,93
	16S	38,79 ± 3,67*†	32,51 ± 6,30*

Dados são apresentados em média ± desvio padrão.

* Diferença significativa intra-grupos para os valores pré.

† Diferença significativa intra-grupos para 8S.

$p < 0,05$.

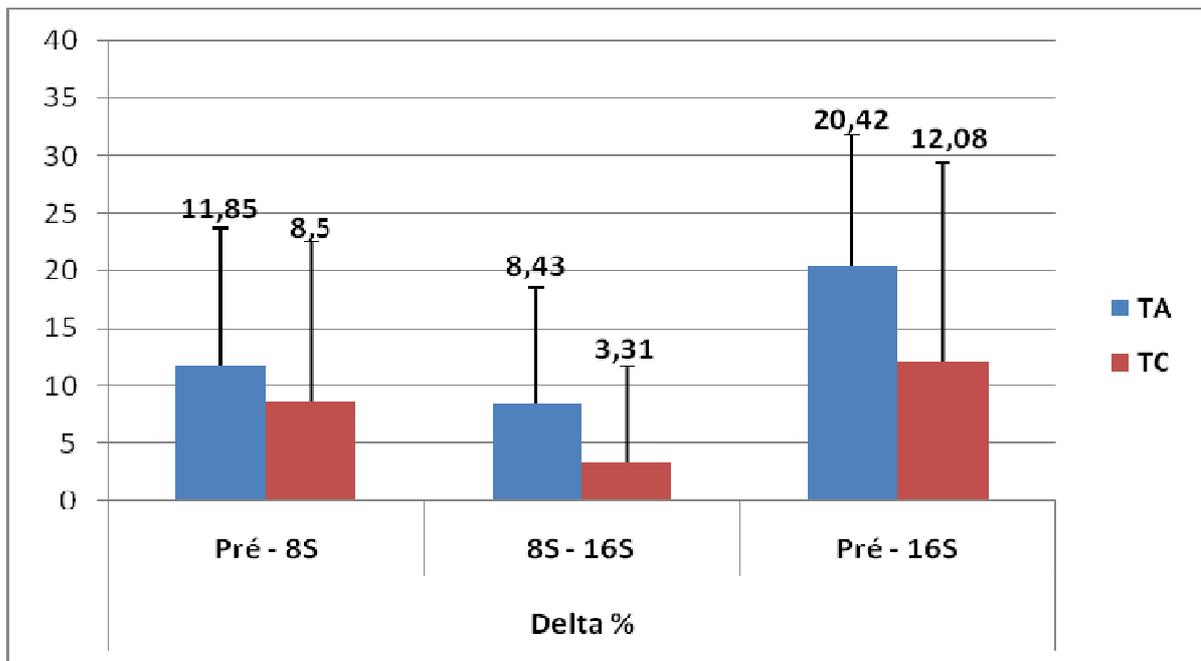


Figura 1.

Médias ± desvios padrões dos percentuais de modificação (Delta %) entre os momentos pré-treinamento e após 8 semanas de estudo (Pré - 8S), entre 8 e dezesseis semanas (8S - 16S) e entre momento pré-treinamento e 16 semanas (Pré - 16S), comparação intra-grupos para o consumo de oxigênio pico (VO_2 pico) entre treinamento aeróbio (TA) e treinamento concorrente (TC).

DISCUSSÃO

Pode ser visto na literatura que um protocolo supervisionado de TA resulta em melhorias no VO_2 pico em indivíduos saudáveis de meia-idade e idosos, após um período superior a 16 semanas (ACSM, 2009). Porém, em relação ao TC, estes ganhos já não são definidos, em virtude das contribuições específicas provenientes da carga das modalidades (TA e TF) utilizadas em cada estudo, podendo resultar em desenvolvimento ou não da aptidão cardiorrespiratória.

Aumentos no VO_2 pico podem ser conseguidos por meio de treinamentos intermitentes ou contínuos em intensidade moderada e alta (65-100% do VO_2 máx) (JUNG, 2003). No presente estudo o TA foi realizado em diferentes intensidades definidas a partir dos limiares ventilatórios, chegando até 85% do VO_2 pico dos voluntários.

Tendo em vista estes posicionamentos mencionados anteriormente, o aumento significativo relacionado ao VO_2 pico do grupo TA mostra-se condizente a estes relatos. Um ponto muito importante constatado foi que com apenas oito semanas de treinamento já encontramos melhoria significativa desse parâmetro, o que contraria os achados em que se baseia o posicionamento do ACSM (2009) referido acima. Após 16 semanas, pudemos observar maiores aumentos em relação ao momento 8S, corroborando com o posicionamento do (ACSM, 2009), que provavelmente reflita as adaptações crônicas esperadas que são resultantes do treinamento. Creditamos essa constatação ao fato dos indivíduos serem sedentários, e também por intensidade acima do LV.

Quanto às adaptações provenientes do TC, a melhora no VO_2 pico foram também positivas ao longo do estudo. Havia a hipótese que o TF não interferisse nos ganhos aeróbios, no entanto isso não aconteceu. Fato esse explicado, possivelmente pelas diferenças nas adaptações quando o TF e TA são realizados de maneira isolada (TANAKA e SWENSEN, 1998).

Comparando valores referentes aos percentuais de modificação entre os momentos, isto é, momentos pré-treinamento e após oito semanas de estudo, entre oito e dezesseis semanas e entre momento pré-treinamento e 16 semanas; e intra-grupos, não observamos diferença significativa.

No presente estudo, procurou-se igualar a duração das sessões de TC ao TA a fim de minimizar o efeito catabólico decorrente de longas sessões de treinamento (DOCHERTY e SPORER, 2000), sendo assim a duração da sessão bem como a associação o TA ao TF pode ter sido o ponto crucial para maiores adaptação cardiorrespiratórias terem acontecidos no TA.

Pode-se concluir que o TA e o TC foram eficazes para a melhora de do consumo pico de oxigênio em homens de meia-idade sedentários. Entretanto, o TF quando associado ao TA, promove adaptação mais tardias em relação ao TA realizado de maneira isolada.

REFERÊNCIAS

ACSM. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. **Med Sci Sports Exerc.** 30:6, 975-991, 1998.

ACSM. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults **Med Sci Sports Exerc,** 364-380, 2002.

ACSM. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 41(7):1510-30, 2009.

BALABINIS, C.P.; PSARAKIS, C.H.; MOUKAS, M.; VASSILIOU, M.P.; BEHRAKIS, P.K. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **J Strength Cond Res,** 17(2): 393-401, 2003.

BECKERS, P. J. et al. Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized study. **Eur Heart J.** 1858-1866. 2008.

CARROL, S.; DUDFIELD, M. What is relationship between exercise and metabolic abnormalities. **Sports Med.** 34(6): 371-418, 2004.

DELAGARDELLE, Charles et al. Strength/endurance training versus endurance training in congestive heart failure. **Med Sci Sports Exerc**, Luxembourg, p. 1868-1872, 2002.

DOCHERTY, D; SPORER, B. A Proposed Model for Examining the Interference Phenomenon between Concurrent Aerobic and Strength Training. **Sports Med**. 30(6):385-94, 2000.

DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J Appl Physiol**. 85(2), 695–700; 1998.

FLORINDO, A.A.; LATORRE, M.R.D.O. Validação do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Rev Bras Med Esporte**. 9:121-8, 2003.

FORD, E.S.; GILES, W.H.; MOKDAD, A.H. Increasing Prevalence of the Metabolic Syndrome Among U.S. Adults. **Diabetes Care**. 27:10, 2004.

GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: **Human Kinetics Books**, 3-8, 1988.

HASKELL, W.L.; LEE, I-M.; PATE, R.R.; POWELL, K.E.; BLAIR, S.N.; FRANKLIN, B.A.; MACERA, C.A.; HEATH, G.W.; THOMPSON, P.D.; BAUMAN, A. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**. 39(8):1425-34, 2007.

HOLLMANN, W. et al. Physical activity and the elderly. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**. 14:730–739, 2007.

HUNTER, G.; DEMMENT, R.; MILLER, D. Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. **J Sports Med Phys Fitness**, 27(3): 269-275, 1987.

JONES, A.M.; DOUST, J.H. 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **J Sports Sci**. 14, 321-327, 1996.

JUNG, A. P. The impact of resistance training on distance running performance. **Sports Med**. 33 (7): 539-552, 2003.

KURL, S; LAUKKANEN, J.A.; NISKANEN, L.; LAAKSONEN, D.; SIVENIUS, J.MD, NYSSÖNEN, K.; SALONEN, J.T. Metabolic Syndrome and the Risk of Stroke in Middle-Aged Men. **Stroke**. 37;806-81, 2006.

McLELLAN, T.M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **Int J Sports Med**, v. 6, p. 30-35, 1985.

NELSON, M.E.; REJESK, W.J.; BLAIR, S.N.; DUNCAN, P.W.; JUDGE, J.O.; KING, A.C.; MACERA, C.A.; CASTANEDA-SCEPPA, C. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**. 39(8):1435-1445, 2007.

NIEMAN, D.C. **Exercício e saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento.** São Paulo: Manole, 1999. 316p.

SANADA, K.; KUCHIKI, T.; MIYACHI, M.; McGRATH, K.; HIGUCHI, M.; EBASHI, H. Effects of age on ventilatory threshold and peak oxygen uptake normalised for regional skeletal muscle mass in Japanese men and women aged 20–80 years. **Eur J Appl Physiol.** 99:475–483, 2007.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance a new form of cross-training? **Sports Med.** 25:191–200, 1998.

The Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). **JAMA.** 2001; 16; 285(19):2486-97.

WANNAMETHEE, S.G.; SHAPER, A. G.; WHINCUPW, P.H. Modifiable Lifestyle Factors and the Metabolic Syndrome in Older Men: Effects of Lifestyle Changes. **JAGS** 12(54):1909–1914, 2006.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; KOYAL, S. N. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol.** 35(2): 236 – 243, 1973.

WIJNDAELE, K.; DUVIGNEAUD, N.; MATTON, L.; DUQUET, W.; THOMIS, M.; BEUNEN, G.; LEFEVRE, J.; PHILIPPAERTS, R.J. Muscular Strength, Aerobic Fitness, and Metabolic Syndrome Risk in Flemish Adults. **Med Sci Sports Exerc.** 39(2): 233-40, 2007.

5 Considerações Finais

A prática de atividade física regular, individualmente prescrita e supervisionada tem contribuído para a manutenção e também melhorias de diferentes funções do organismo, o que incluem resultados de muitos estudos publicados que abordam diferentes tipos de treinamento, como o treinamento aeróbico, treinamento concorrente e treinamento de força. Em relação às pessoas que estão envelhecendo, essa necessidade se faz cada vez mais fundamental.

Quanto às adaptações que são provenientes de cada protocolo - treinamento aeróbico com adaptações cardiorrespiratórias, enquanto que o treinamento de força pode interferir na manutenção da força e massa magra e o treinamento concorrente pode vir a apresentar ou não estes benefícios – os resultados deste presente estudo condizem com o que está posto pela literatura, e também contribuem para ampliar novas possibilidades de estudos.

Uma análise de alterações em outros parâmetros, como força, economia de movimento e limiar ventilatório, que podem ser observadas a partir destes protocolos de treinamento e de avaliação deve ser realizada para podermos inferir mais precisa e especificamente sobre os ganhos obtidos, tanto para as análises intra, como entre grupos.

Referências da Monografia

ACSM. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults **Med Sci Sports Exerc.** 364-380, 2002.

ACSM. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc.** 41(7):1510-30, 2009.

ALVES, R. V.; MOTA, J.; COSTA, M. C.; ALVES, J. G. B. Physical fitness and elderly health effects of hydrogymnastics. **Rev Bras Med Esporte**, 10(1): 38-43, 2004.

BALABINIS, C.P.; PSARAKIS, C.H.; MOUKAS, M.; VASSILIOU, M.P.; BEHRAKIS, P.K. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **J Strength Cond Res**, 17(2): 393-401, 2003.

BECKERS, P. J. et al. Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized study. **Eur Heart J**, Edegem, p. 1858-1866. 2008.

BISHOP, D; JENKINS, D. G.; MACKINNON, L. T.; McENIERY, M.; CAREY, M. F. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. **Med Sci Sports Exerc.** 31(6):886-91, 1999.

CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M. F. M. d; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 11(1):94-102, 2009.

CHTARA M.; CHAMARI K.; CHAOUACHI M.; CHAOUACHI A.; KOUBAA D.; FEKI Y.; MILLET G. P.; AMRI M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **Br J Sports Med**. 39:555-560, 2005.

CYRINO, E. S.; OKANO, A. H; SILVA, K. E. S.; ALTIMARI, L. R.; DÓREA, V. R.; ZUCAS, S. M.; BURINI, R. C. Aptidão aeróbia e sua relação com os processos de crescimento e maturação. **Revista da Educação Física/UEM**. Maringá, 13(1):17-26, 2002.

DELAGARDELLE, C.; FEIEREISEN, P.; AUTIER, P. Strength/endurance training versus endurance training in congestive heart failure. **Med Sci Sports Exerc**, Luxembourg, p. 1868-1872, 2002.

DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J Appl Physiol**. 85(2), 695–700; 1998.

FARINATTI, P.T.; SIMÃO, R.; MONTEIRO, W. D.; FLECK, S. J. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. **J Strength Cond Res**. 23(3):1037-44, 2009.

FENTEM, P.H. Benefits of exercise in health and disease. **Brit. Med. J**. 308:1291-1295;1994.

FORD, E.S.; GILES, W.H.; MOKDAD, A.H. Increasing Prevalence of the Metabolic Syndrome Among U.S. Adults. **Diabetes Care**. 27:10, 2004.

FRIES, J.F. et al. Running and the development of disability with age. **Ann. I. Med.** 121:502-509; 1994.

GHAHRAMANLOO, E.; MIDGLEY, A; BENTLEY, D. The Effect of Concurrent Training on Blood Lipid Profile and Anthropometrical Characteristics of Previously Untrained Men. **J Phys Act Health.** 6:760-766, 2009.

GLANER, M. F. Importância da aptidão física relacionada à saúde. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 5(2):75-85, 2003.

HASKELL, W.L.; LEE, I-M.; PATE, R.R.; POWELL, K.E.; BLAIR, S.N.; FRANKLIN, B.A.; MACERA, C.A.; HEATH, G.W.; THOMPSON, P.D.; BAUMAN, A. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc.** 39(8):1425-34, 2007.

HUNTER, G.; DEMMENT, R.; MILLER, D. Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. **J Sports Med Phys Fitness**, 27(3): 269-275, 1987.

HUNTER, G.R.; McCARTHY, J.P.; BAMMAN, M.M. Effects of Resistance Training on Older Adults. **Sports Med.** 34(5): 329-348, 2004.

KURL, S; LAUKKANEN, J.A.; NISKANEN, L.; LAAKSONEN, D.; SIVENIUS, J.MD, NYSSÖNEN, K.; SALONEN, J.T. Metabolic Syndrome and the Risk of Stroke in Middle-Aged Men. **Stroke.** 37:806-81, 2006.

LOURENÇO, T. F., TESSUTTI, L. S.; MARTINS, L. E. B.; BREZIKOFER, R.; MACEDO,

D. V. D.; Interpretação metabólica dos parâmetros ventilatórios obtidos durante um teste de esforço máximo e sua aplicabilidade no esporte. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum;** 9(3), 2007.

LOVELL, D. I.; CUNEO, R.; GASS, G. C. Strength training improves submaximum cardiovascular performance in older men. **J Geriatr Phys Ther.** 32(3):117-24, 2009.

MARCINIK, E.J.; POTTS, J.; SCHLABACH, G.; WILL, S.; DAWSON, P.; HURLEY, B. F. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. **Med Sci Sports Exerc.** 23(6):739-43, 1991.

MATSUDO, S. M. M. **Envelhecimento e atividade física.** Londrina: Midiograf, 2001.

NELSON, M.E.; REJESK, W.J.; BLAIR, S.N.; DUNCAN, P.W.; JUDGE, J.O.; KING, A.C.; MACERA, C.A.; CASTANEDA-SCEPPA, C. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc.** 39(8):1435-1445, 2007.

NIEMAN, D.C. **Exercício e saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento.** São Paulo: Manole, 1999. 316p.

SENTIJA, D.; MARSIC, T.; DIZDAR, D. The effects of strength training on some parameters of aerobic and anaerobic endurance. **Coll Antropol.** 33(1):111-6, 2009.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance a new form of cross-training? **Sports Med.** 25:191–200, 1998.

ULBRICH, A. Z. Aptidão cardiorrespiratória: relação com o sistema imunológico de adolescentes. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.** 11(4):478, 2009.

WANNAMETHEE, S.G.; SHAPER, A. G.; WHINCUPW, P.H. Modifiable Lifestyle Factors and the Metabolic Syndrome in Older Men: Effects of Lifestyle Changes. **JAGS** 12(54):1909–1914, 2006.

WIJNDAELE, K.; DUVIGNEAUD, N.; MATTON, L.; DUQUET, W.; THOMIS, M.; BEUNEN, G.; LEFEVRE, J.; PHILIPPAERTS, R.J. Muscular Strength, Aerobic Fitness, and Metabolic Syndrome Risk in Flemish Adults. **Med Sci Sports Exerc.** 39(2): 233-40, 2007.

WILMORE, J. e COSTILL, D. **Fisiologia do Esporte e do Exercício.** 1ª edição brasileira. São Paulo: Manole, 2001.

APÊNDICES



APENDICE A – Relação de trabalhos submetidos e apresentados em congressos da área de Educação Física

Este trabalho de conclusão de curso representa apenas uma parte do trabalho de iniciação científica (IC) que está sendo realizado nesta graduação.

Esta mesma IC até o momento resultou na submissão de quatro resumos em Congressos da área de Educação Física, citados abaixo:

RODRIGUES, Guilherme Fernando Couto; LIBARDI, Cleiton Augusto, SOUZA, Giovana Virgínia de; LEITE, Sabrina Toffoli; GÁSPARI, Arthur Fernandes, MENDES JÚNIOR, Edson Manoel; BISCUOLA, Gustavo Lúcio; CONCEIÇÃO, Miguel Soares; ROCHA, José, MADRUGA, Vera Aparecida, ANTUNES, Melissa; BONGANHA, Valéria; CHACON-MIKAHIL, Mara Patricia Traina; **“ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES CARDIORRESPIRATÓRIAS DECORRENTES DE DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO EM HOMENS DE MEIA-IDADE.”** Trabalho apresentado no II Congresso de Iniciação Científica USP/UNICAMP/UNESP, Universidade de São Paulo – São Paulo, SP, 2009.

RODRIGUES, Guilherme Fernando Couto; LIBARDI, Cleiton Augusto, SOUZA, Giovana Virgínia de; LEITE, Sabrina Toffoli; GÁSPARI, Arthur Fernandes, MENDES JÚNIOR, Edson Manoel; BISCUOLA, Gustavo Lúcio; CONCEIÇÃO, Miguel Soares; ROCHA, José, MADRUGA, Vera Aparecida, ANTUNES, Melissa; BONGANHA, Valéria; CHACON-MIKAHIL, Mara Patricia Traina; **“EFEITO DE 8 SEMANAS DE TREINAMENTOS AERÓBIO E CONCORRENTE SOBRE O CONSUMO DE OXIGÊNIO DE HOMENS DE MEIA-IDADE.”** Trabalho apresentado no III Congresso de Ciência do Desporto – II Simpósio Internacional de Ciência do Desporto, Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP, 2009.

RODRIGUES, Guilherme Fernando Couto; LIBARDI, Cleiton Augusto, SOUZA, Giovana Virgínia de; LEITE, Sabrina Toffoli; GÁSPARI, Arthur Fernandes, MENDES JÚNIOR, Edson Manoel; BISCUOLA, Gustavo Lúcio; CONCEIÇÃO, Miguel Soares; ROCHA, José, MADRUGA, Vera Aparecida, ANTUNES, Melissa; BONGANHA, Valéria; CHACONMIKAHIL, Mara Patricia Traina; **“TREINAMENTO CONCORRENTE E AERÓBIO: EFEITO NO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE HOMENS DE MEIA-IDADE.”** Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Metabolismo e Nutrição Esportiva, Universidade Estadual de Londrina – Londrina, PR, 2010.

RODRIGUES, Guilherme Fernando Couto; LIBARDI, Cleiton Augusto, SOUZA, Giovana Virgínia de; LEITE, Sabrina Toffoli; GÁSPARI, Arthur Fernandes, MENDES JÚNIOR, Edson Manoel; BISCUOLA, Gustavo Lúcio; CONCEIÇÃO, Miguel Soares; ROCHA, José, MADRUGA, Vera Aparecida, ANTUNES, Melissa; BONGANHA, Valéria; CHACONMIKAHIL, Mara Patricia Traina; **“ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES CARDIORRESPIRATÓRIAS DECORRENTES DE DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO EM HOMENS DE MEIA-IDADE.”** Trabalho que será apresentado no XVIII Congresso de Iniciação Científica/Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010.