

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

CLEITON AUGUSTO LIBARDI

**TREINAMENTO CONCORRENTE: EFEITO
SOBRE MARCADORES INFLAMATÓRIOS
SISTÊMICOS E INDICADORES FUNCIONAIS
EM HOMENS DE MEIA IDADE**

CAMPINAS, 2011

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

CLEITON AUGUSTO LIBARDI

**TREINAMENTO CONCORRENTE: EFEITO
SOBRE MARCADORES INFLAMATÓRIOS
SISTÊMICOS E INDICADORES FUNCIONAIS
EM HOMENS DE MEIA IDADE**

Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Educação Física, área de concentração Ciência do Desporto.

Orientador: Mara Patrícia Traína Chacon Mikahil

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA
PELO ALUNO CLEITON AUGUSTO LIBARDI, E ORIENTADO
PELA PROFA. DRA. MARA PATRÍCIA TRAINA CHACON MIKAHIL


Assinatura do orientador

CAMPINAS, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA UNICAMP

L614t Libardi, Cleiton Augusto.
Treinamento concorrente: efeito sobre marcadores inflamatórios sistêmicos e indicadores funcionais em homens de meia idade / Cleiton Augusto Libardi. - Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Mara Patrícia Traína Chacon Mikahil.
Tese (doutorado) – Faculdade de Educação Física,
Universidade Estadual de Campinas.

1. Treinamento de força. 2. Treinamento aeróbio. 3. Citocinas. 4. Limiar anaeróbio. 5. Força muscular. I. Chacon Mikahil, Mara Patrícia Traína. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital:

Título em inglês: Concurrent training: effect on systemic inflammatory markers and functional indicators on middle aged men.

Palavras-chaves em inglês:

Resistance training

Endurance training

Cytokines

Anaerobic threshold

Muscle Strength

Área de Concentração: Ciência do Desporto.

Titulação: Doutorado em Educação Física.

Banca Examinadora:

Mara Patrícia Traína Chacon Mikahil. [orientador]

Carlos Ugrinowitsch.

Claudio Alexandre Gobatto.

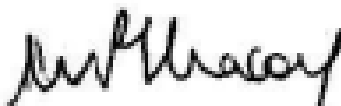
Sergio Eduardo de Andrade Perez.

Valmor Alberto Augusto Tricoli.

Data da defesa: 20-05-2011.

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO JULGADORA



Profª. Dra. Mara Patricia Traina Chacon Mikahil

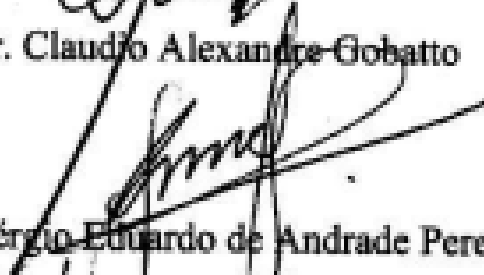
Orientador



Prof. Dr. Carlos Hgrinowitsch



Prof. Dr. Claudio Alexandre Gobatto



Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Andrade Perez



Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que de alguma forma contribuíram para realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é uma das coisas que mais prezo na vida. Não sei se conseguirei externar tudo que sinto por vocês, pois muitas vezes me fogem as palavras. Confesso que me sinto mais a vontade falando e olhando para vocês, que escrevendo. Mas essa é uma forma de eternizar a gratidão que tenho por todos.

*Gostaria de agradecer primeiramente a **DEUS** pela oportunidade da vida. Obrigado por ter me proporcionado lucidez e clareza para enfrentar as mais difíceis situações no caminho que trilhei. Obrigado também pelas pessoas que colocastes em minha vida...*

*Ao meu querido pai **OSCAR LIBARDI** e minha querida mãe **VANDA ZATARIM** por me mostrarem os verdadeiros valores da vida. Obrigado por me ensinarem que a verdadeira riqueza é medida não pelo que temos, e sim pelo que somos.*

*A minha irmã **KELLEN LIBARDI**, a bondade em pessoa. As vezes prejudica a si mesmo pelo bem das pessoas ao seu redor. Obrigado por estar ao meu lado em todos os momentos de minha vida.*

*Agradeço muito a uma pessoa que conheci em uma das fases mais difíceis de minha vida. Minha esposa **REGIANE HERNANDES**, obrigado pelo seu companheirismo e acima de tudo por acreditar que meus sonhos serão possíveis. Obrigado por compartilhá-los comigo.*

*A minha orientadora e madrinha **MARA PATRÍCIA** muito obrigado por me orientar. Nunca esquecerei o momento que não passei na prova de inglês do doutorado e mesmo assim continuou acreditando em mim... Você me deu a maior oportunidade que tive em minha vida. Muito obrigado do fundo do coração por tudo que fez por mim tanto na área acadêmica, como também fora dela.*

*Meu grande amigo, professor e padrinho **WASHINGTON SPOLIDORI**. Uma pessoa fantástica, um caráter excepcional. A cada conversa um aprendizado...*

*Aos meus professores de Karatê **GERALDO** e **MOACIR FORTI** que me ensinaram desde meus 10 anos de idade que devemos ser fortes e nunca desistir de nossos ideais. Se não fosse vocês talvez eu não estivesse cursando uma universidade.*

*Aos meus amigos das academias **PORTAL SPORT** (Balú, Ródnei, André, Carlão, Luciana, Claudia e Rosana) e **BETTY TRAINING** (Ton Zé, Bete, Alecs, Giovana, Thiago e Ivani, Rafael) pelos momentos de convivência e pela confiança depositada.*

*Ao professor **MARCELO DE CASTRO CESAR** meu orientador no mestrado. Sem dúvida o senhor foi o responsável pelos meus primeiros passos na carreira de pesquisador. Obrigado por me mostrar os caminhos éticos que um pesquisador deve seguir.*

*Aos amigos das **Faculdades Integradas FAFIBE** (Cacau, Luciene, Leandro, Janaina, Marcelo, Kiki, Andréia, Telma, Fabiana, Gustavo, Ana Clara e Sandra) e **UNIP Campinas** (Ernani, Chinês, Marcelo Taxa e Thiago). Aprendi muito com nossa convivência. **OBRIGADO!!!***

*Agradeço também ao professor **HERMES BALBINO** que foi quem abriu as portas da UNICAMP para mim. Sem sua recomendação para fazer uma disciplina como aluno especial, talvez hoje tudo isso não estivesse acontecendo.*

*A amiga **ANDRÉIA GULAK**, que me levou para o FISEX e apresentou a professora Mara Patrícia. Sem sua participação esse sonho não seria possível de se realizar.*

*Meu grande amigo **CLAUDINEI FERREIRA DOS SANTOS**. Você foi sem dúvidas minha fonte de inspiração acadêmica. Foi mais que isso, foi um amigo que me ajudou a chegar no que estou vivendo hoje. Muito obrigado pelo seu acolhimento em Campinas e pela amizade construída ao longo desses anos de convivência.*

*A minha companheira de projeto e amiga **GIOVANA VERGINIA DE SOUZA**. Obrigado pelos ensinamentos e colaboração para que essa pesquisa pudesse ser concluída com êxito.*

*A grande amiga **VALÉRIA BONGANHA**. Que nossa parceria nas pesquisas permaneça durante muitos anos. Como é bom trabalhar com alguém de tamanha competência, comprometimento e profissionalismo. Você é um exemplo para todos aqueles que desejam ser um pesquisador de sucesso.*

*Ao meu grande amigo **MIGUEL SOARES CONCEIÇÃO**. Como eu já disse anteriormente, você é meu maior orgulho acadêmico. Obrigado por me ajudar nos treinamentos e avaliações desse projeto. Deus coloca as pessoas em nosso caminho por objetivos maiores, que não temos o entendimento sobre o porquê isso acontece, mas uma coisa eu te digo, não é por acaso...*

*Agradeço muito a professora **CLAUDIA CAVAGLIERI**, minha segunda orientadora. Sem nossa parceria essa pesquisa não seria possível. Obrigado por acreditar nesse estudo...*

*A professora **VERA MADRUGA** pelos anos de convivência e incentivo. Obrigado por me possibilitar os estágios docentes que contribuíram demais para minha formação...*

*Ao professor **JOSÉ IRINEU GORLA**, por me possibilitar vivências acadêmicas que me projetaram dentro e fora da Unicamp. Meu muito obrigado!!!*

*Aos professores **CLAUDIO GOBATTO E SÉRGIO CUNHA**. O estágio docente com vocês foi um marco em minha vida. Esse foi um momento que me fez ver o mundo acadêmico além da UNICAMP. Vocês me fizeram acreditar ainda mais que não devo desistir nunca de meus objetivos. Obrigado pela amizade de vocês!!!*

*Meu muito obrigado aos professores **CARLOS UGRINOWITSCH E VALMOR TRICOLI**. Como é grande a capacidade que vocês têm de nos motivar e fazer refletir sobre a pesquisa científica. Mesmo o pouco tempo de convivência que temos, para mim já é o suficiente para ter uma grande admiração por vocês. Obrigado também pelas oportunidades futuras...*

*A professora **CELENE BERNARDES**, que me ensinou os primeiros passos nas análises bioquímicas. Você foi uma grande e importante parceira. Muito obrigado pela ajuda e incentivo.*

*Aos meus co-orientados de iniciação científica: **MELISSA, ARTHUR, EDSON, GUILHERME, FELIPE CASSARO E FELIPE DAMAS**. Vocês podem ter certeza, aprendi muito mais do que pude contribuir com vocês. Obrigado por fazerem parte de minha vida acadêmica.*

*Aos amigos e parceiros das análises bioquímicas **DIEGO BRUNELI, RODRIGO DIAS, ANELENA**. Obrigado pela ajuda nas análises das citocinas.*

*Aos amigos de trajetória acadêmica: **ARIEL, EDUARDO PASCOAL, EDUARDO FRAZILLI, THIAGO MATTOS, MARCINHO, THIAGO GAUDENSI COSTA**. Obrigado pela amizade de vocês!!!*

*Muito obrigado aos professores **CARLOS UGRINOWITSCH, CLAUDIO GOBATTO, SÉRGIO PEREZ, VALMOR TRICOLI, CLAUDIA CAVAGLIERI, JOÃO PAULO BORIN, CLAUDINEI FERREIRA DOS SANTOS, HERBERT SIMÕES** que fizeram parte da banca examinadora como titulares ou suplentes. Obrigado pelas considerações feitas no exame de qualificação e ao longo de minha vida acadêmica.*

*Gostaria de agradecer também a todos os funcionários da FEF/UNICAMP (**Dona LAIR, Sr. NEWTON, RUBENS, MARY, MARIA, Sr. HELINHO, DORA, SIMONE, EMERSON, SINVAL, FRIGO, PAULO, GERALDINHO, FÁTIMA, BETE, DULCE, ANDREIA, Sr. VILSON, RICARDO, FELIPE, VANDERLEI e ADALBERTO**). Todos esses anos de convivência me fez sentir como um funcionário também... Não consigo deixar de me entregar e vestir a camisa pelo lugar que tenho vínculo, mesmo sendo aluno. Sentirei muita falta da convivência diária diária. Obrigado por tudo que vocês fizeram por mim durante esses anos...*

Por fim, e não menos importante, agradeço a todos os voluntários que participaram desse estudo...

Libardi, Cleiton Augusto. **Treinamento concorrente: efeito sobre marcadores inflamatórios sistêmicos e indicadores funcionais em homens de meia idade**. 2011. 78f. Tese (Doutorado em Educação Física) Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RESUMO

Esta tese é composta de dois artigos científicos originais. O primeiro intitulado “Efeito do treinamento concorrente na força máxima, limiar anaeróbio e VO_{2pico} em homens meia-idade” teve como objetivo verificar o efeito de 16 semanas de treinamento de força (TF), treinamento aeróbio (TA) e treinamento concorrente (TC) na força máxima, limiar ventilatório (LV), ponto de compensação respiratória (RCP) e consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}) em homens de meia-idade. O segundo manuscrito “Efeito do TF, TA e TC sobre o fator de necrose tumoral- α (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6) e proteína C-reativa (PCR) de homens de meia-idade saudáveis” teve como objetivo verificar o efeito de 16 semanas nesses três regimes de treinamento sobre marcadores inflamatórios de homens de meia-idade saudáveis. Os treinamentos foram compostos de duas etapas (E1 e E2) com duração de 8 semanas cada, e frequência de 3 sessões/semana (TF: 10 exercícios com 3 x 8-10 RM; TA: 60 min de caminhada ou corrida a 55-85% VO_{2pico} ; TC: 6 exercícios com 3 x 8-10 RM, seguido de 30 min de caminhada ou corrida a 55-85% VO_{2pico}). A força máxima aumentou significativamente para o TF e TC nos exercícios supino reto (20,32%; 18,79%), *leg press* (37,62%; 30,86%) e flexão dos cotovelos (11,89%; 15,58%), sem diferenças significantes entre as modificações. O TA apresentou aumento significativo somente no *leg press* (19%). O LV e o RCP aumentaram para o TA (48,93%; 46,33% respectivamente). Já para o TC, houve aumento significativo somente para o LV (28,22%). A potência aeróbia (VO_{2pico}) aumentou significativamente para TA (20,42%) e TC (14,24%). Não houve alterações significantes no TNF- α , IL-6 e PCR após o período de treinamento. Dessa forma, podemos concluir que 16 semanas de treinamento de TF, TA e TC, não afetam baixos e moderados níveis de IL-6, TNF- α e PCR em homens de meia-idade saudáveis. Com tudo, o TC promoveu aumento na força máxima similar ao TF, bem como aumento no limiar ventilatório e VO_{2pico} semelhante ao TA.

Palavras-chave: treinamento de força, treinamento aeróbio, citocinas, limiar anaeróbio, força muscular.

Libardi, Cleiton Augusto. **Concurrent training: effect of systemic inflammatory markers and functional indicators in middle-aged men.** 2011. 78f. Tese (Doutorado em Educação Física) Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

ABSTRACT

This thesis is composed of two original articles. The first titled “Effect of concurrent training on maximal strength, anaerobic threshold and VO_{2peak} middle-aged men” aimed to determine the effect of 16 weeks of resistance training (RT), endurance training (ET) e concurrent training (CT) in maximal strength, ventilatory threshold (VT), respiratory compensation point (RCP) e peak oxygen uptake (VO_{2peak}) in middle-aged men. The second manuscript entitled “Effect of resistance, endurance and concurrent training on the TNF- α , IL-6 and PCR in middle-aged men healthy” aimed to evaluate the effects of 16 weeks of resistance, endurance and concurrent training on the TNF- α , IL-6, C-reactive protein (CRP) and functional capacity in sedentary middle-aged men. They performed three weekly sessions for 16 weeks (RT: 10 exercises with 3 x 8-10 RM; ET: 60 min of walking or running at 55-85% VO_{2peak} ; CT: 6 exercises with 3 x 8-10 RM, followed by 30 min of walking or running at 55-85% VO_{2peak}). Maximal strength was tested in the bench press, leg press and arm curl exercises. The peak oxygen uptake (VO_{2peak}) was measured by an incremental exercise test. Tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) were determined by ELISA. Maximal strength increases for RT and CT in bench press (20,32% and 18,79%, respectively), *leg press* (37,62% and 30,86%, respectively) and arm curl (11,89% and 15,58%, respectively). The ET showed significantly increase in *leg press* (19%). The VT and RCP increased for ET (48,93% and 46,33%, respectively). The CT, showed significant enhance only in VT (28,22%). VO_{2peak} presented significant increase for ET (20,42%) and CT (14,24%). There were no significant differences in TNF- α , IL-6 and CRP plasma levels during the study. These findings demonstrated that 16 weeks of resistance, endurance or concurrent training in middle-aged healthy men have not affected low and moderate IL-6, TNF- α and CRP levels. Concurrent training performed in the same weekly frequency and session duration of endurance and resistance training was effective in increasing both maximal strength and peak oxygen uptake.

Key words: resistance training, endurance training, cytokines, anaerobic threshold, muscle strength,

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 ARTIGOS.....	15
3.1 Artigo 1.....	15
Introdução.....	16
Métodos	17
Resultados	23
Discussão.....	28
Conclusões.....	31
3.2 Artigo 2.....	36
Introdução.....	37
Métodos	39
Resultados	43
Discussão.....	47
Conclusões.....	51
Referências	51
4 CONCLUSÕES.....	55
5 REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	62
ANEXO A: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	64

1 INTRODUÇÃO

A inflamação sistêmica crônica está associada com o desenvolvimento de várias doenças prevalentes da idade e inatividade física, como aterosclerose e diabetes, tendo como consequência o desenvolvimento e progressão de doenças cardiovasculares (DCV) (PEARSON et al., 2003; PENNINX et al., 2004). A importância dos fatores de risco convencionais, tais como hiperlipidemia, hipertensão e tabagismo para o desenvolvimento de DCV está bem estabelecido na literatura (RINKUNIENE et al., 2009). Associado a esse conjunto de fatores de risco, tem sido proposto à utilização de marcadores inflamatórios relacionados ao sistema imunológico como indicadores da inflamação sistêmica, uma vez que são importantes para o diagnóstico de risco de doenças crônicas degenerativas (PEARSON et al., 2003).

Dentre os muitos marcadores da inflamação sistêmica, os mais frequentemente utilizados são o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6) e a proteína C-reativa (PCR) (STEWART et al., 2007; PRESTES et al., 2009; DONGES et al., 2010; FERREIRA et al., 2010; PHILLIPS et al., 2010).

Sabe-se que níveis elevados desses biomarcadores são fortes preditores de risco de mortalidade em indivíduos de meia-idade e idosos (BRUUNSGAARD et al., 2004; ARSENAULT et al., 2009) estando fortemente associados com aumento do risco de desenvolvimento de várias doenças, incluindo DCV, diabetes, câncer e incapacidade física em idosos (PENNINX et al., 2004; PETERSEN; PEDERSEN, 2005).

O exercício físico moderado, realizado regularmente parece promover efeitos antiinflamatórios no músculo esquelético e tecido adiposo (PETERSEN; PEDERSEN, 2005), podendo ser utilizado como uma modalidade terapêutica e preventiva para atenuar os processos degenerativos associados à idade, e reduzir os marcadores inflamatórios sistêmicos (ADAMOPOULOS et al., 2001; PRESTES et al., 2009). No entanto, a literatura existente apresenta resultados contraditórios e inconsistentes a respeito dos efeitos do treinamento físico sobre esses marcadores.

Alguns estudos tem apresentado redução nos níveis de TNF- α (GREIWE et al., 2001), IL-6 (PRESTES et al., 2009) e PCR (DONGES et al., 2010) após o treinamento de força (TF) e treinamento aeróbico (TA) (ADAMOPOULOS et al., 2001; LARSEN et al., 2001; GOLDHAMMER et al., 2005). Por outro lado, outros estudos não encontraram reduções em

nenhum desses marcadores após ambos regimes de treinamento físico (BRUUNSGAARD et al., 2004; HAMMETT et al., 2004; BAUTMANS et al., 2005; WHITE et al., 2006; FERREIRA et al., 2010; THOMPSON et al., 2010). Essas controvérsias podem estar relacionadas à duração e intensidade do treinamento, sexo, faixa etária, composição corporal e patologias associadas.

Diversos posicionamentos e diretrizes tem preconizado a realização de programas associem o treinamento aeróbio (TA) e o treinamento de força (TF) conhecido como treinamento concorrente (TC) (DOCHERTY; SPORER, 2000) na prevenção de doenças cardiovasculares (NELSON et al., 1990; ACSM, 1998; HASKELL et al., 2007; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Entretanto, os efeitos do TC sobre os marcadores inflamatórios sistêmicos têm sido pouco relatados (CONRAADS et al., 2002; BEAVERS et al., 2010).

Conraads et al. (2002) não verificaram reduções no TNF- α e IL-6 após 16 semanas de TC em indivíduos jovens, de meia-idade e idosos. Similarmente, não foram encontradas reduções na PCR após realização de TC realizado por cardiopatas (ASTENGO et al., 2010). Assim, sugere-se que a não redução desses biomarcadores pode estar associada à baixa intensidade e/ou a não supervisão das sessões de TC.

Outro fator importante relacionado a associação do TF e TA se diz respeito a capacidade funcional. O TC quando realizado com elevado volume e/ou maior frequência semanal em relação ao TF e TA isolados, pode interferir negativamente nos ganhos de força e potência muscular (HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995; LEVERITT et al., 1999; MARX et al., 2001; CADORE et al., 2010). Por outro lado, o TC parece não influenciar a magnitude do aumento do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x.}$), de indivíduos de meia-idade (SILLANPAA et al., 2009) e idosos (CADORE et al., 2010). Embora, alguns estudos com jovens tenham demonstrado menores ganhos quando o TA é associado ao TF (NELSON et al., 1990; GLOWACKI et al., 2004). Entretanto, pouco é conhecido sobre os efeitos do TC sobre o limiar ventilatório (LV) e o ponto de compensação respiratória (RCP), indicadores da capacidade aeróbia.

Dessa forma, alguns autores apontam que a redução no volume do TC pode ser o ponto principal para otimizar as adaptações relacionadas a força e massa muscular na meia-idade (IZQUIERDO et al., 2005), bem como em idosos (IZQUIERDO et al., 2004; CADORE et al., 2010). Além disso, acredita-se que o TC realizado em moderada para alta intensidade, com progressão da carga de treinamento e controle das sessões realizadas seja eficaz para redução da inflamação sistêmica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo teve como objetivo verificar o efeito de 16 semanas de treinamento de força, aeróbio e concorrente, com frequência semanal e duração das sessões similares, na composição corporal, indicadores funcionais e nos marcadores inflamatórios sistêmicos em homens de meia-idade.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar se o TC interfere negativamente na magnitude do aumento da força e hipertrofia muscular;
- Verificar se o TC promove alterações no limiar ventilatório, ponto de compensação respiratória e consumo máximo de oxigênio similares ao TA.
- Verificar o efeito do TF, TA e TC nas concentrações basais de IL-6, TNF- α , e PCR.

3 ARTIGOS

3.1 ARTIGO 1

EFEITO DO TREINAMENTO CONCORRENTE SOBRE FORÇA MÁXIMA, LIMIAR ANAERÓBIO E VO_{2pico} EM HOMENS MEIA-IDADE

RESUMO

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo verificar o efeito de 16 semanas de treinamento concorrente (TC) com frequência semanal e duração da sessão similar ao treinamento de força (TF) e treinamento aeróbio (TA) isolados, sobre força máxima, limiar ventilatório (LV), ponto de compensação respiratória (RCP) e consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}), de homens de meia-idade.

Métodos: Foram selecionados 58 homens de meia-idade clinicamente saudáveis distribuídos em 4 grupos: TF (n = 14), TA (n = 16), TC (n = 15) e grupo controle (GC, n = 13). Os treinamentos foram compostos de duas etapas (E1 e E2) com duração de 8 semanas cada, e frequência de 3 sessões/semana (TF: 10 exercícios com 3 x 8-10 RM; TA: 60 min de caminhada ou corrida a 55-85% VO_{2pico} ; TC: 6 exercícios com 3 x 8-10 RM, seguido de 30 min de caminhada ou corrida a 55-85% VO_{2pico}). Foram avaliadas a composição corporal, força máxima, LV, RCP e VO_{2pico} .

Resultados: O percentual de gordura e a massa gorda apresentaram reduções significantes (-9,20%; -9,84%) para o TC. A massa magra aumentou significativamente (3,36%) somente para o TC. A força máxima aumentou significativamente para o TF e TC nos exercícios supino reto (20,32%; 18,79%), *leg press* (37,62%; 30,86%) e flexão dos cotovelos (11,89%; 15,58%), sem diferenças significantes entre as modificações. O TA apresentou aumento significativo somente no *leg press* (19%). O limiar ventilatório (LV) e o ponto de compensação respiratória (RCP) aumentaram para o TA (48,93%; 46,33% respectivamente). Já para o TC, houve aumento significativo somente para o LV (28,22%). O VO_{2pico} aumentou significativamente para TA (20,42%) e TC (14,24%). **Conclusões:** Dessa forma, pode-se concluir que 16 semanas de TC promove aumento na força máxima similar ao TF, bem como aumento no limiar ventilatório e VO_{2pico} similar ao TA.

Palavras-Chaves: treinamento de força, treinamento aeróbio, limiar anaeróbio, força muscular.

INTRODUÇÃO

Diversos posicionamentos e diretrizes tem preconizado a realização de programas de exercícios físicos que associem o treinamento de força (TF) (mínimo 2x/sem.) e o treinamento aeróbio (TA) (mínimo 3x/sem.) para prevenção de doenças crônicas em homens jovens, de meia-idade e idosos (NELSON et al., 1990; ACSM, 1998; HASKELL et al., 2007; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Entretanto, tem sido demonstrado que a associação do TF e TA conhecido como treinamento concorrente (TC) pode interferir negativamente nos ganhos de força e potência muscular (HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995; LEVERITT et al., 1999). Por outro lado, o “efeito de interferência” (DOCHERTY; SPORER, 2000) evidenciado em adaptações neuromusculares, parece não se manifestar em adaptações cardiorrespiratórias. Estudos não tem verificado diferenças na magnitude no aumento do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx.}$) ou potência aeróbia máxima, quando o TC foi comparado ao TA isolado em indivíduos de meia-idade (SILLANPAA et al., 2009) e idosos (CADORE et al., 2010). Entretanto, pouco é conhecido sobre indicadores de capacidade aeróbia como o limiar ventilatório (LV) e ponto de compensação respiratória (RCP).

O efeito de interferência nos ganhos de força muscular tem sido observado principalmente quando o TC é realizado com elevado volume e/ou maior frequência semanal em relação ao TF isolados (HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995; LEVERITT et al., 1999; MARX et al., 2001; CADORE et al., 2010). Cadore et al. (2010), submeteram idosos a 3 sessões semanais de TC, com maior volume quando comparado ao TF e TA isolados. Foi verificado menor magnitude de aumento da força máxima de membros inferiores para o TC (41%) comparado ao TF (67%), contrariando assim, a hipótese dos pesquisadores de que o alto volume do TC, não afetaria o aumento da força máxima, devido à alta treinabilidade de idosos sedentários.

Dessa forma a redução no volume do TC poder ser o componente “chave” para proporcionar adaptações similares ao TF e TA isolados. Além disso, a menor duração das sessões e frequência semanal de TC pode aumentar a aderência (BARTLETT et al., 2011), bem como estimular o início da prática de exercícios físicos por pessoas sedentárias.

Assim, busca-se um modelo de TC que otimize as adaptações neuromuscular e cardiorrespiratórias no envelhecimento, uma vez que reduções no LV, RCP, $VO_{2máx.}$ e força muscular, são mais evidentes a partir meia-idade, fato diretamente associado à redução da

capacidade funcional e como consequência maior dificuldade na realização das atividades da vida diária (HUNTER et al., 2004; KOSTKA et al., 2009).

Nossa hipótese é que o TC com volume reduzido promoverá aumento na força máxima similar ao TF, e na capacidade e potência aeróbia similar ao TA. Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito de 16 semanas de TC com frequência semanal e duração da sessão similar ao TF e TA isolados, sobre força máxima, limiar ventilatório, ponto de compensação respiratório e $\text{VO}_{2\text{pico}}$.

MÉTODOS

Participaram do estudo 58 homens, com idade entre 40 e 60 anos. Todos foram previamente informados sobre os métodos do estudo, e ao concordarem em participar do mesmo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-FCM/UNICAMP).

Como critérios iniciais de inclusão, os voluntários deveriam ser considerados irregularmente ativos B ou sedentários segundo o questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ) (PARDINI et al., 2001) e não terem participado regularmente de nenhum programa de treinamento físico nos últimos seis meses precedentes ao estudo segundo o questionário de atividade física habitual “Baecke” (FLORINDO; LATORRE, 2003). Todos os voluntários realizaram avaliação clínica composta de eletrocardiograma de repouso e teste ergométrico, conduzidos por um médico cardiologista antes do início do estudo. Como critérios de exclusão foram adotados a manifestação de doença isquêmica do miocárdio, arritmias, hipertensão arterial, diabetes mellitus e obesidade mórbida.

Somente fizeram parte da amostra do presente estudo os voluntários que participaram de pelo menos 85% das sessões de treinamento realizadas, e que não se ausentaram por mais de duas sessões de treinamento consecutivas.

Delineamento experimental

As avaliações cardiorrespiratórias, de força muscular, composição corporal foram realizadas antes (A1), após 8 semanas (A2) e ao final período experimental (A3). Os voluntários foram distribuídos em quatro grupos: TF, n = 14, idade, $47,85 \pm 5,14$ anos; estatura $1,73 \pm 0,57\text{m}$;

TA, n = 16, idade $48,50 \pm 5,37$ anos, estatura $1,74 \pm 0,52$ m; TC, n = 15, idade $47,93 \pm 4,99$ anos; estatura $1,71 \pm 0,64$ m; e GC, n = 13, idade $49,53 \pm 5,85$, estatura $1,72 \pm 0,58$ m.

Os grupos TF, TA e TC foram submetidos a 16 semanas de treinamento, enquanto o GC permaneceu por todo o período experimental sem realizar nenhum treinamento físico. Os protocolos de TF, TA e TC foram divididos em etapa 1 (E1) e etapa 2 (E2), com duração de oito semanas consecutivas cada, onde os voluntários realizaram três sessões semanais de treinamento, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras). Entre as duas etapas houve um intervalo de uma semana sem treinamento para realização das avaliações (A2) cardiorrespiratórias, força máxima e composição corporal. A partir dos resultados obtidos na avaliação cardiorrespiratória, foi realizado ajuste na intensidade de caminhada e corrida dos protocolos TA e TC para E2. Os voluntários que fizeram parte do GC, não realizaram as avaliações cardiorrespiratórias A2.

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada pela técnica de espessura do tecido celular subcutâneo. Três medidas foram tomadas em cada ponto, em sequência rotacional, do lado direito do corpo, sendo registrado o valor médio. Para tanto, foram aferidas as seguintes dobras cutâneas: abdominal, suprailíaca, axilar-média, subescapular, tricipital, bicipital, peitoral, perna medial e coxa. As medidas foram realizadas por um único avaliador com um adipômetro científico (Lange, Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD, EUA) (SLAUGHTER et al., 1984). A gordura corporal relativa (% gordura) foi calculada (SIRI, 1993) a partir da estimativa da densidade corporal (JACKSON; POLLOCK, 1978).

Avaliação da força muscular

Previamente ao início da avaliação da força muscular foram realizadas duas sessões de familiarização com os seguintes exercícios: *leg press*, extensão dos joelhos, flexão dos joelhos, supino reto, puxador alto, elevação lateral, flexão dos cotovelos, extensão dos cotovelos no puxador alto, abdominal superior (RIGUETTO equipamentos, São Paulo, SP).

A força muscular foi mensurada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) nos exercícios supino reto, *leg press* e flexão dos cotovelos (BROWN; WEIR, 2001). Todos os exercícios foram precedidos por uma série de aquecimento de 10 repetições, com aproximadamente 50% da carga prevista para a primeira tentativa de cada teste de 1-RM, sendo o início dos testes três minutos após o aquecimento. Em seguida, os voluntários foram orientados a realizar uma única

repetição com a carga prevista para 1-RM. Caso fosse completada, ou mesmo se não fosse completada, uma segunda tentativa foi realizada após um intervalo de três a cinco minutos com carga (kg) superior ou inferior à empregada anteriormente. Uma terceira e última tentativa foi realizada se ainda não houvesse determinado a carga correspondente a uma única repetição máxima. Todos os voluntários realizaram duas sessões de testes com intervalo de 48h entre elas, visando familiarização com os mesmos, e assim minimizar os efeitos de aprendizagem. Foram consideradas para análise as cargas obtidas na segunda sessão.

Avaliação cardiorrespiratória

Os voluntários executaram um protocolo de teste em esteira ergométrica (Quinton TM55. Bothell, Washington, EUA), onde as trocas gasosas foram coletadas continuamente, respiração a respiração, por meio de um sistema metabólico de análise de gases (CPX, Medical Graphics, St. Paul, Minnesota, USA).

O protocolo consistiu de uma velocidade inicial de aquecimento de 4 km/h por 2 minutos, seguidos de acréscimos de 0,3 km/h a cada 30 s, com uma inclinação constante de 1% (JONES; DOUST, 1996) até a exaustão física. Seguido então de um período de 4 minutos de recuperação, sendo o primeiro minuto à 5 km/h, reduzindo-se 1 km/h a cada minuto.

Capacidade aeróbia

A capacidade aeróbia foi determinada por meio de uma análise visual gráfica (WASSERMAN; MCILROY, 1964), realizada por três observadores previamente treinados, e familiarizados com o sistema CPX da Medical Graphics. O limiar ventilatório (LV) foi caracterizado como o primeiro ponto de inflexão das curvas de produção de dióxido de carbono (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). Já o ponto de compensação respiratória (RCP) foi identificado em duplicata mediante o uso dos equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2), e equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2), considerando o aumento abrupto do VE/VCO_2 (MCLELLAN, 1985).

Potência aeróbia

Foi expressa a partir do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx.}}$) considerado como a média dos valores nos últimos 30 segundos da avaliação cardiorrespiratória (HEUBERT et al.,

2005). Para confirmar a ocorrência do $VO_{2\text{máx}}$, deveriam ser observados pelo menos dois dos três critérios a seguir: (1) um platô no VO_2 , ou seja, nenhuma ou pouca variação no VO_2 ($< 2,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) apesar do aumento na intensidade do exercício; (2) razão de trocas respiratórias maior que 1,10; (3) frequência cardíaca (FC) maior que 90% do máximo predito para a idade (HOWLEY et al., 1995).

Treinamento de força

Na E1 os voluntários realizaram 9 exercícios (*leg press*, extensão dos joelhos, flexão dos joelhos, supino reto, puxador alto, elevação lateral, flexão dos cotovelos, extensão dos cotovelos no puxador alto, abdominal no solo) para os principais grupos musculares, sendo utilizada uma ordenação dos exercícios alternada por segmento, ou seja, membros inferiores (MMII) alternados com os superiores (MMSS). Foram realizadas 3 séries de 10 repetições máximas (RM), com pausa de aproximadamente 1 min entre as séries e os exercícios (ACSM, 2009).

Na E2 foram realizados os mesmos exercícios da E1, sendo a ordenação dos mesmos localizados por articulação. Primeiramente foram realizados os exercícios de MMII depois os MMSS, com 3 séries de 8 RM e pausa de 1 min e 30 segundos entre séries e exercícios (ACSM, 2009). A duração total das sessões nas duas etapas foi de aproximadamente 60 minutos (TABELA 1). Os reajustes das cargas (kg) dos exercícios foram realizados semanalmente, exceto o exercício abdominal no solo que não sofreu reajuste de carga durante o período experimento.

Treinamento aeróbio

O TA foi realizado em pista de atletismo, onde os voluntários realizaram exercícios de caminhada ou corrida de maneira contínua, com variação da intensidade durante a sessão de treinamento. Na E1 foram realizados 10 min abaixo do LV, 20 min no LV, 20 min acima do LV e abaixo do RCP, 10 min abaixo do LV. Essas intensidades foram correspondentes a 50-85% $VO_{2\text{máx}}$. (ACSM, 1998), e a duração total da sessão foi de aproximadamente 60 min.

Na E2 ocorreu ajuste na intensidade de treinamento a partir da avaliação cardiorrespiratória realizada na A2. Além disso, houve alterações nas intensidades referentes ao LV e RCP em comparação com a E1. Foram realizados 10 min abaixo do LV, 20 min acima do LV e abaixo do RCP, 20 min no RCP, 10 min abaixo do LV, com uma manutenção na duração do treinamento (TABELA 1).

O monitoramento da intensidade do treinamento foi realizado por meio das velocidades referentes ao LV e RCP encontradas durante o teste executado na esteira rolante, uma vez que o mesmo foi realizado com inclinação de 1% para reproduzir as condições de treinamento em pista de atletismo (JONES; DOUST, 1996).

Treinamento concorrente

No protocolo de TC foram realizados TF e TA na mesma sessão, também em duas etapas. Na E1 os voluntários realizaram primeiramente TF que foi composto de 6 exercícios (*leg press*, extensão dos joelhos, flexão dos joelhos, supino reto, puxador alto, flexão dos cotovelos), com 3 séries de 10 RM e pausa de 1 min entre séries e exercícios. A duração da sessão foi de aproximadamente 30 min, sendo a ordenação dos exercícios alternada por segmento (ACSM, 2009). Em seguida os participantes se deslocaram para a pista de atletismo, onde realizaram 30 min de TA, com exercícios de caminhada ou corrida com variação da intensidade, sendo 5 min abaixo do LV, 10 min no LV, 10 min acima do LV e RCP, 5 min abaixo do LV, intensidades correspondentes a 50-85% $VO_{2máx}$. (ACSM, 1998).

Na E2 do TC a sessão de TF foi realizada com os mesmos exercícios e séries da E1, porém, com 8 RM e pausa de 1 min e 30 segundos entre séries e exercícios. A duração também foi de aproximadamente 30 min, entretanto a ordenação dos exercícios foi localizada por articulação. Na E2 ocorreu ajuste na intensidade de treinamento a partir avaliação cardiorrespiratória realizada na A2. Além disso, houve alteração nas intensidades referentes ao LV e RCP em comparação com a E1, sendo 5 min abaixo do LV, 10 min acima do LV e abaixo do RCP, 10 min no RCP, 5 min abaixo do LV totalizando 30 minutos. A duração total da sessão do TC foi de aproximadamente 60 min, sendo assim similar ao TA e TF isolados (TABELA 1).

A intensidade do TA do protocolo TC também foi controlada por meio da velocidade referente ao LV e RCP. Os reajustes nas cargas (kg) utilizadas nos diferentes exercícios do TF do protocolo de TC seguiram os mesmos procedimentos do TF realizados de maneira isolada.

Tabela 1. Descrição geral do treinamento de força (TF), treinamento aeróbio (TA) e treinamento concorrente (TC).

Programa de treinamento	TF		TA		TC	
	1-8 (E1)	9-16 (E2)	1-8 (E1)	9-16 (E2)	1-8 (E1)	9-16 (E2)
Sessão de treinamento de força						
<i>Leg press</i>	3 x 10	3 x 8	-	-	3 x 10	3 x 8
Extensão dos joelhos	3 x 10	3 x 8	-	-	3 x 10	3 x 8
Flexão dos joelhos	3 x 10	3 x 8	-	-	3 x 10	3 x 8
Supino reto	3 x 10	3 x 8	-	-	3 x 10	3 x 8
Puxador alto	3 x 10	3 x 8	-	-	3 x 10	3 x 8
Elavação lateral	3 x 10	3 x 8	-	-	-	-
Flexão dos cotovelos	3 x 10	3 x 8	-	-	3 x 10	3 x 8
Extensão dos cotovelos	3 x 10	3 x 8	-	-	-	-
Abdominal superior solo	3 x 20	3 x 20	-	-	-	-
Pausa (s) ^a	60	90	-	-	60	90
Sessão de treinamento aeróbio						
Duração abaixo do LV (Min)	-	-	10	10	5	5
Duração no LV (Min)	-	-	20	-	10	-
Duração entre LV – RCP (Min)	-	-	20	20	10	10
Duração no RCP (Min)	-	-	-	20	-	10
Duração abaixo do LV (Min)	-	-	10	10	5	5
Duração da sessão (Min)	~ 60	~ 60	~ 60	~ 60	~ 60	~ 60

^a Pausa entre series e exercícios.

LV, limiar ventilatório; RCP, ponto de compensação respiratória; s, segundos; Min, minutos; E1, etapa 1; E2, etapa 2.

Análise estatística

Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. A análise de variância para medidas repetidas (*two-way ANOVA*) foi utilizada para comparação inter e intra-grupos. Para determinação do percentual de modificação ($\Delta\%$) das variáveis, foram comparadas a A1 e A3. O teste *post hoc* de *Tukey* foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao do critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$). As análise do poder estatístico e o efeito do tamanho da amostra foram realizados por meio do G*power (version 3.0.10). Para todas as análise foi

utilizado o pacote estatístico Statistica[®] 6.1 (StatSoft Inc.,Tulsa, OK). Os dados são apresentados em media e desvio-padrão.

RESULTADOS

O volume total de TF foi calculado pela multiplicação entre número de séries, repetições, e a carga (Kg) utilizada em cada série (série x repetições x carga). A Figura 1 apresenta o comportamento do volume total (Kg) nos exercícios de MMII e MMSS na primeira semana (A1), após 8 (A2) e 16 semanas (A3) de TF e TC. Ocorreram aumentos significantes no volume total de MMII e MMSS após A2 e A3 no TF e TC comparado com A1. Porém, não houve diferenças significantes no volume total de MMII entre TF e TC. Entretanto, o volume total para os MMSS foi significativamente maior (28,4 – 30,5%) em A1, A2 e A3 para o TF devido ao maior número de exercícios realizados. A distância percorrida foi significativamente maior ($P = 0,0001$) na E1 (53,08%) e E2 para o TA (54,82%) em comparação com o TC (Figura 1).

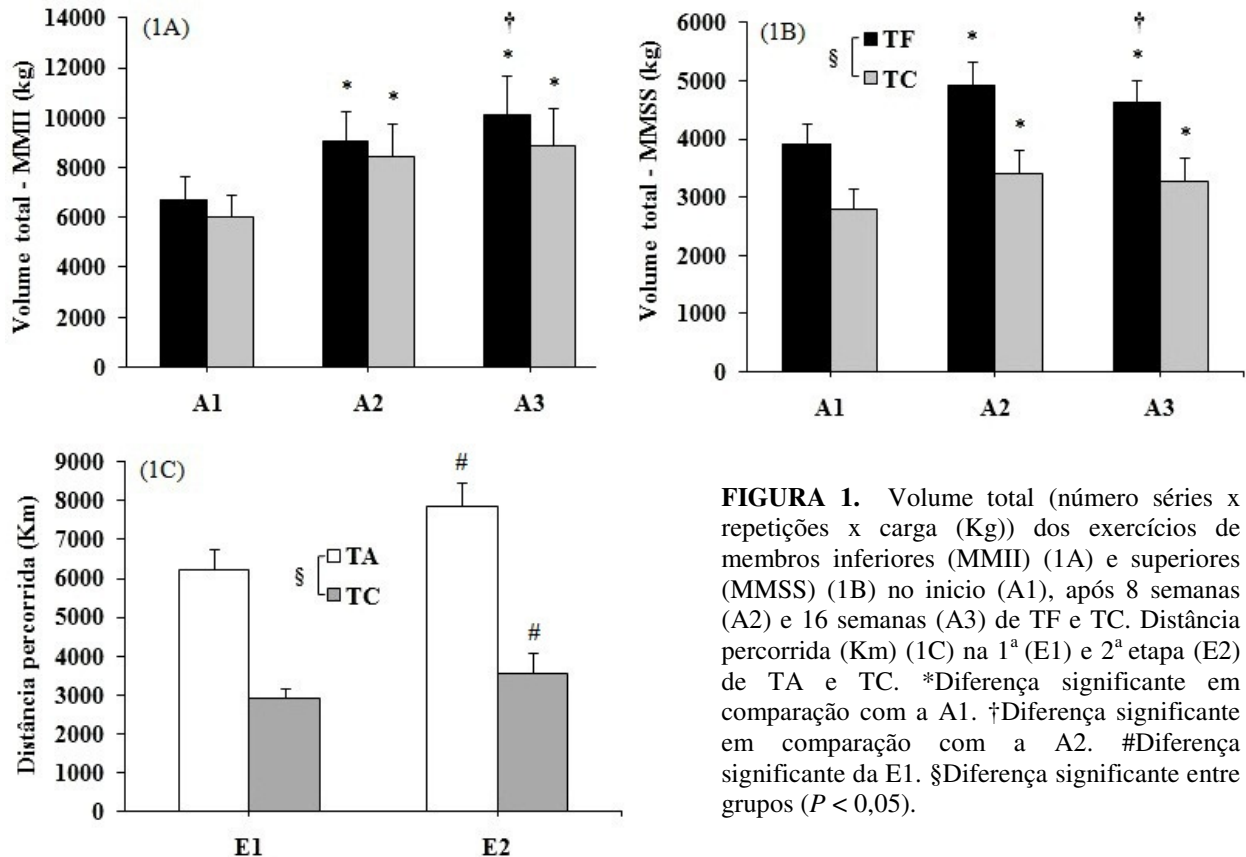


FIGURA 1. Volume total (número séries x repetições x carga (Kg)) dos exercícios de membros inferiores (MMII) (1A) e superiores (MMSS) (1B) no início (A1), após 8 semanas (A2) e 16 semanas (A3) de TF e TC. Distância percorrida (Km) (1C) na 1ª (E1) e 2ª etapa (E2) de TA e TC. *Diferença significante em comparação com a A1. †Diferença significante em comparação com a A2. #Diferença significante da E1. §Diferença significante entre grupos ($P < 0,05$).

Composição corporal

A tabela 2 apresenta os indicadores de composição corporal na A1, A2 e A3. O TC reduziu significativamente o percentual de gordura (%G) na A2 ($P = 0,003$) e A3 ($P = 0,0001$; -9,20%). A massa gorda (MG) também reduziu significativamente na A3 ($P = 0,02$; -9,84%). Já a massa magra (MM) aumentou significativamente na A3 quando comparado a A1 ($P = 0,006$; 3,36%) e A2 ($P = 0,009$). O TF apresentou uma tendência de aumento na massa magra após 16 semanas ($P = 0,057$; 2,77%). Não houve diferenças entre os grupos nas variáveis antropométricas e de composição corporal ($P > 0,05$).

TABELA 2. Variáveis antropométricas e de composição corporal antes (A1), após 8 (A2) e 16 semanas (A3) de treinamento de força (TF, $n = 14$), treinamento aeróbico (TA, $n = 16$), treinamento concorrente (TC, $n = 15$) e grupo controle (GC, $n = 13$).

Variáveis		TF	TA	TC	GC
MC (kg)	A1	86,90 ± 17,39	76,66 ± 9,73	86,02 ± 9,46	73,38 ± 13,31
	A2	87,08 ± 17,42	76,65 ± 9,57	85,78 ± 9,18	72,81 ± 13,82
	A3	87,11 ± 17,18	76,68 ± 9,06	85,33 ± 9,46	73,03 ± 13,40
% G	A1	27,00 ± 4,57	24,40 ± 4,65	29,00 ± 3,47	22,42 ± 5,53
	A2	26,10 ± 4,46	23,71 ± 4,45	27,36 ± 4,44*	22,14 ± 5,64
	A3	25,77 ± 4,70	23,38 ± 3,86	26,42 ± 4,26*	22,85 ± 5,57
MG (kg)	A1	24,17 ± 8,12	18,98 ± 5,59	25,12 ± 5,01	16,98 ± 7,10
	A2	22,97 ± 7,91	18,43 ± 5,15	24,80 ± 7,30	16,83 ± 7,37
	A3	23,37 ± 8,38	17,76 ± 4,84	22,80 ± 5,43*	17,21 ± 7,12
MM (kg)	A1	63,13 ± 9,61	57,68 ± 5,40	60,90 ± 5,45	56,40 ± 7,23
	A2	63,53 ± 9,44	58,53 ± 5,46	60,98 ± 4,53	55,97 ± 7,30
	A3	64,30 ± 9,77	58,55 ± 5,31	62,52 ± 5,04*†	55,82 ± 7,35

Dados apresentados em média ± desvio-padrão.

*Diferença significativa comparado a A1 ($P < 0,05$).

†Diferença significativa comparado a A2 ($P < 0,05$).

MC, massa corporal; %G, percentual de gordura; MG, massa gorda; MM, massa magra.

Força Máxima

A tabela 3 apresenta os resultados da força máxima (1-RM) nas avaliações A1, A2 e A3. A força máxima no supino reto aumentou significativamente nos grupos TF e TC na A2 ($P = 0,002$; $P = 0,0006$ respectivamente). O mesmo ocorreu para a A3 em comparação as avaliações A1 ($P = 0,0001$, 20,32%; $P = 0,0001$, 18,79% respectivamente) e em comparação a A2 ($P =$

0,005; $P = 0,03$ respectivamente). O força máxima avaliada no *leg press* aumentou significativamente para o TF na A2 ($P = 0,001$) e A3 ($P = 0,001$; 37,62%). Já para TC ($P = 0,0001$; 30,86%) somente na A3. Aumento significativo foi observado também para o TA na A3 (19%). A flexão dos cotovelos apresentou aumento significativo na força máxima na A2 no TF ($P = 0,01$). Na A3 foi verificado aumento significativo para TF ($P = 0,0001$, 11,89%) comparado a A1, e TC comparado a A1 ($P = 0,0001$, 15,58%) e A2 ($P = 0,0003$). Não houve diferença significativa no $\Delta\%$ da força máxima entre os grupos TF e TC nos três exercícios avaliados ($P > 0,05$) (FIGURA 2).

TABELA 3. Força máxima (1-RM) antes (A1), após 8 (A2) e 16 semanas (A3) de treinamento de força (TF), treinamento aeróbico (TA), treinamento concorrente (TC) e grupo controle (GC).

Variáveis		TF	TA	TC	GC
Supino reto (Kg)	A1	75,64 $\pm$ 12,94	65,62 $\pm$ 11,15	70,46 $\pm$ 8,90	60,92 $\pm$ 10,53
	A2	83,00 $\pm$ 11,27*	66,81 $\pm$ 13,78	78,13 $\pm$ 9,70*	62,15 $\pm$ 11,11
	A3	89,92 $\pm$ 13, 68*†	67,50 $\pm$ 13,59	83,80 $\pm$ 12,51*†	62,00 $\pm$ 10,64
Leg press (Kg)	A1	248,28 $\pm$ 51,39	205,37 $\pm$ 35,57	217,20 $\pm$ 34,91	202,07 $\pm$ 36,19
	A2	307,07 $\pm$ 67,61*	234,50 $\pm$ 61,47	249,00 $\pm$ 45,23	204,07 $\pm$ 44,26
	A3	337,28 $\pm$ 76,54*	241,56 $\pm$ 58,70*	287,00 $\pm$ 75,44*	216,07 $\pm$ 58,66
Flexão dos cotovelos (Kg)	A1	44,42 $\pm$ 7,90	37,06 $\pm$ 5,62	39,00 $\pm$ 4,25	34,76 $\pm$ 3,63
	A2	47,35 $\pm$ 6,80*	39,18 $\pm$ 6,09	41,40 $\pm$ 5,70	35,30 $\pm$ 3,61
	A3	49,21 $\pm$ 6,91*	39,50 $\pm$ 6,19	45,20 $\pm$ 6,40*†	36,53 $\pm$ 4,31

Dados apresentados em média $\pm$ desvio-padrão.

*Diferença significativa comparado a A1 ($P < 0,05$).

†Diferença significativa comparado a A2 ($P < 0,05$).

Limiar ventilatório e ponto de compensação respiratória

Os resultados do RCP e LV podem ser verificados na tabela 4. O TA apresentou aumento significativo no VO_2 relativo (ml/kg/min) referente ao RCP na A2 ($P = 0,0001$) e A3 ($P = 0,0001$, 37,46%) e absoluto (L/min), também na A2 ($P = 0,0001$) e A3 ($P = 0,0001$, 46,33%). O LV (ml/kg/min) apresentou aumento significativo para o TA e TC na A2 ($P = 0,0001$; $P = 0,01$ respectivamente) e A3 ($P = 0,0001$, 48,93%; $P = 0,01$, 28,22% respectivamente). Os valores absolutos (L/min) referentes ao LV também aumentaram significativamente para o TA e TC na A2 ($P = 0,0001$; $P = 0,01$ respectivamente) e A3 ($P = 0,0001$, 45,63%; $P = 0,02$, 27,92% respectivamente). Não houve diferença significativa no LV e RCP entre os grupos TA e TC ($P > 0,05$) (FIGURA 2).

A velocidade (km/h) referente ao LV, aumentou significativamente no TA (11,76%) e TC (14,09%) após A2 ($P = 0,001$; $P = 0,0001$, respectivamente) e A3 ($P = 0,0007$; $P = 0,0001$, respectivamente) comparado com A1. Para o RCP também ocorreu aumento significativamente na velocidade após a A3 para o TA ($P = 0,001$; 18,52%) e TC ($P = 0,007$; 11,76%) comparado a A1. A A3 apresentou valores ainda significativamente maiores ($P = 0,01$) comparado a A2 para o TA. O $\Delta\%$ das velocidades do LV e RCP não apresentaram diferenças significantes entre TA e TC ($P > 0,05$).

TABELA 4. Consumo de oxigênio relativo (ml/kg/min) e absoluto (L/min) referente ao ponto de compensação respiratória (RCP) e limiar ventilatório (LV) antes (A1), após 8 (A2) e 16 semanas (A3) de treinamento de força (TF), treinamento aeróbio (TA), treinamento concorrente (TC) e grupo controle (GC).

Variáveis		TF	TA	TC	GC
RCP (ml/kg/min)	A1	24,42 $\pm$ 4,23	23,93 $\pm$ 6,09	22,44 $\pm$ 3,82	24,17 $\pm$ 5,83
	A2	24,92 $\pm$ 3,17	29,90 $\pm$ 3,16*	26,13 $\pm$ 6,11	-----
	A3	25,27 $\pm$ 3,26	31,22 $\pm$ 4,91*	26,04 $\pm$ 5,63	24,41 $\pm$ 3,79
RCP (L/min)	A1	2,10 $\pm$ 0,53	1,76 $\pm$ 0,53	1,90 $\pm$ 0,30	1,73 $\pm$ 0,38
	A2	2,16 $\pm$ 0,54	2,26 $\pm$ 0,29*	2,19 $\pm$ 0,36	-----
	A3	2,17 $\pm$ 0,43	2,36 $\pm$ 0,34*	2,20 $\pm$ 0,36	1,75 $\pm$ 0,32
Velocidade RCP (km/h)	A1	6,92 $\pm$ 0,96	8,46 $\pm$ 1,00	7,44 $\pm$ 0,64	7,63 $\pm$ 1,26
	A2	6,49 $\pm$ 0,64	8,98 $\pm$ 0,74	8,32 $\pm$ 1,12	-----
	A3	6,46 $\pm$ 0,41	9,97 $\pm$ 1,45*†	8,52 $\pm$ 1,27*	8,23 $\pm$ 0,87
LV (ml/kg/min)	A1	16,25 $\pm$ 3,18	14,53 $\pm$ 3,64	13,66 $\pm$ 2,37	15,58 $\pm$ 2,91
	A2	16,62 $\pm$ 3,42	20,66 $\pm$ 3,49*	17,16 $\pm$ 4,44*	-----
	A3	15,57 $\pm$ 3,10	20,91 $\pm$ 4,78*	17,10 $\pm$ 2,95*	16,43 $\pm$ 3,16
LV (L/min)	A1	1,46 $\pm$ 0,31	1,14 $\pm$ 0,39	1,17 $\pm$ 0,25	1,12 $\pm$ 0,21
	A2	1,40 $\pm$ 0,26	1,56 $\pm$ 0,27*	1,44 $\pm$ 0,29*	-----
	A3	1,33 $\pm$ 0,27	1,55 $\pm$ 0,30*	1,44 $\pm$ 0,23*	1,15 $\pm$ 0,09
Velocidade LV (km/h)	A1	8,23 $\pm$ 1,11	6,66 $\pm$ 0,53	5,75 $\pm$ 0,63	6,46 $\pm$ 0,69
	A2	8,17 $\pm$ 0,89	7,39 $\pm$ 0,63*	6,65 $\pm$ 0,86*	-----
	A3	8,33 $\pm$ 0,96	7,43 $\pm$ 0,70*	6,87 $\pm$ 0,87*	6,65 $\pm$ 0,54

Dados apresentados em média $\pm$ desvio-padrão.

*Diferença significativa comparado a A1 ($P < 0,05$).

†Diferença significativa comparado a A2 ($P < 0,05$).

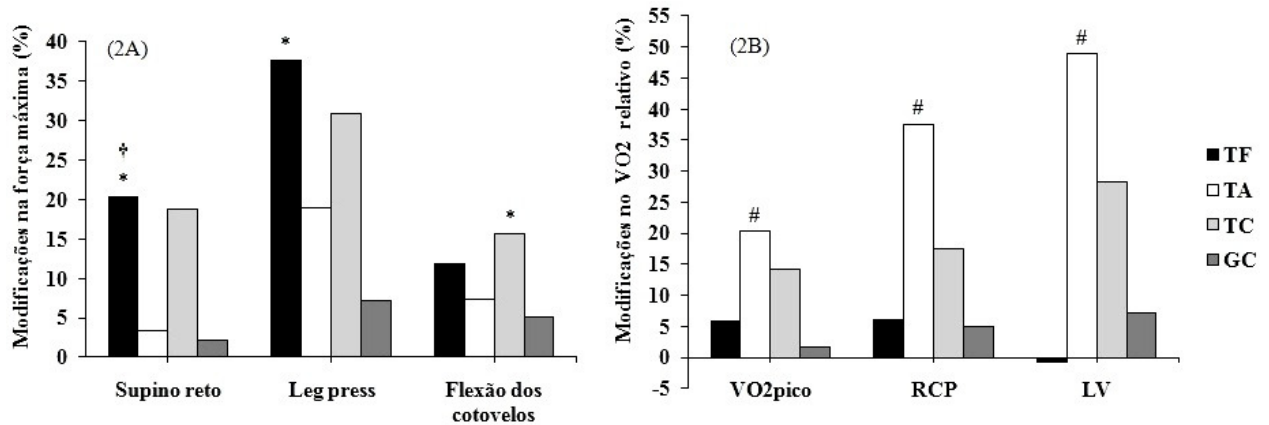


FIGURA 2. Modificações (%) na força máxima (supino reto, *leg press* e flexão dos cotovelos) (2A) e consumo de oxigênio relativo (limiar ventilatório, ponto de compensação respiratória e consumo de oxigênio pico), após 16 semanas de treinamento de força (TF), aeróbio (TA), concorrente (TC) e grupo controle (GC) (2B). *Diferença significativa em comparação com GC. †Diferença significativa em comparação com TA e #Diferença significativa em comparação com TF e GC ($P < 0,05$).

Consumo de oxigênio pico

A maioria dos voluntários do presente estudo não apresentaram platô no consumo de oxigênio, critério utilizado para caracterização do $VO_{2\text{máx}}$ (HOWLEY et al., 1995), portanto optou-se pelo termo $VO_{2\text{pico}}$. O TA e TC apresentaram aumentos significantes no $VO_{2\text{pico}}$ relativo (ml/kg/min) na A2 ($P = 0,004$; $P = 0,09$ respectivamente) e A3 ($P = 0,0001$, 20,42%; $P = 0,001$, 14,24% respectivamente) e no $VO_{2\text{pico}}$ absoluto (L/min), também na A2 ($P = 0,003$; $P = 0,008$ respectivamente) e A3 ($P = 0,001$, 20,03%; $P = 0,0002$, 14,88% respectivamente) quando comparado a A1. O grupos TF, TA e TC apresentaram aumento significativo na velocidade máxima do $VO_{2\text{pico}}$ na A2 ($P = 0,009$; $P = 0,0008$; $P = 0,04$ respectivamente) e A3 ($P = 0,0002$, 8,95%; $P = 0,0008$, 14,76%; $P = 0,0001$, 14,19% respectivamente). O TA e TC apresentaram ainda velocidades significativamente maiores na A3 ($P = 0,0008$; $P = 0,001$ respectivamente) quando comparada a A2. A duração do teste foi significativamente maior na A2 e A3 quando comparado a A1 para o TF ($P = 0,009$; $P = 0,006$, 10,39% respectivamente), TA ($P = 0,0008$; $P = 0,0001$, 20,75% respectivamente) e TC ($P = 0,04$; $P = 0,0001$, 18,94% respectivamente). A duração dos testes do TA e TC realizados na A3, foram significativamente maiores também que A2 ($P = 0,0008$; $P = 0,001$ respectivamente) (TABELA 5). Não houve diferença significativa no $\Delta\%$ do consumo de oxigênio relativo (ml/kg/min) referente ao $VO_{2\text{pico}}$ entre TA (20,42%) e TC (14,90%) ($P > 0,05$) (FIGURA 2).

TABELA 5. Consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}) relativo (ml/kg/min) e absoluto (L/min), antes (A1), após 8 (A2) e 16 semanas (A3) de treinamento de força (TF), treinamento aeróbio (TA), treinamento concorrente (TC) e grupo controle (GC).

Variáveis		TF	TA	TC	GC
VO_{2pico} (ml/kg/min)	A1	32,70 ± 4,67	32,46 ± 4,21	29,93 ± 5,11	30,90 ± 5,35
	A2	33,75 ± 4,07	35,90 ± 3,25*	32,62 ± 5,20*	-----
	A3	34,37 ± 4,98	38,79 ± 3,67*†	33,84 ± 5,16*	31,09 ± 4,38
VO_{2pico} (L/min)	A1	2,78 ± 0,58	2,45 ± 0,37	2,49 ± 0,30	2,22 ± 0,39
	A2	2,86 ± 0,58	2,72 ± 0,32*	2,75 ± 0,32*	-----
	A3	2,94 ± 0,42	2,92 ± 0,31*	2,82 ± 0,27*	2,21 ± 0,30
Velocidade Maxima (km/h)	A1	10,37 ± 1,05	11,12 ± 0,90	9,95 ± 1,23	10,69 ± 1,27
	A2	11,09 ± 1,67	11,93 ± 0,66*	10,56 ± 1,35*	-----
	A3	11,30 ± 1,57*	12,73 ± 0,90*†	11,38 ± 1,61*†	11,00 ± 0,98
Duração do teste (min)	A1	12,96 ± 1,91	13,94 ± 1,57	12,06 ± 2,07	13,38 ± 2,26
	A2	13,66 ± 2,08	15,33 ± 1,11*	12,73 ± 2,01	-----
	A3	14,22 ± 2,29*	16,75 ± 1,57*†	14,36 ± 2,72*†	13,53 ± 1,54

Dados apresentados em média ± desvio-padrão.

*Diferença significativa comparado a A1 ($P < 0,05$).

†Diferença significativa comparado a A2 ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram que 16 semanas de TC realizados por homens de meia-idade, 1) Aumentou a força máxima de MMSS e inferiores de maneira similar ao TF; 2) Promove aumentos no LV e VO_{2pico} similar ao TA. Dessa forma, esses resultados parecem sustentar em partes a hipótese de que 16 semanas de TC realizado com frequência semanal e duração da sessão similar ao TA e TF isolados, não promovem efeitos de interferência nos ganhos de força máxima, capacidade e potência aeróbia.

Estudos com indivíduos treinados (BALABINIS et al., 2003), sedentários (MCCARTHY et al., 1995) e idosos (CADORE et al., 2010) encontraram adaptações cardiorrespiratórias similares aos do presente estudo. Entretanto, em todos os estudos supracitados, o volume do TA realizado durante a sessão de TC foi sempre similar ao TA isolado. Em nosso estudo, na sessão de TC, o TA apresentou um volume 53-55% (distância percorrida) menor comparado ao TA isolado. Dessa forma, indivíduos de meia-idade podem se beneficiar de programas de TC com volume de TA reduzido, uma vez que não foram encontradas diferenças significantes entre a

magnitude de aumento do $VO_{2\text{pico}}$. Por outro lado, os estudos acima citados apresentam somente indicadores de desempenho relacionados à potência aeróbia. No presente estudo, foram verificados também aumentos similares na capacidade aeróbia para o TC e TA, referente ao LV, porém não para RCP.

O LV é um termo que se refere a intensidade do $VO_{2\text{máx}}$, onde acima dele, a produção de lactato sanguíneo seria maior que sua remoção (WASSERMAN et al., 1981). A LV e o RCP são afetados por diversos fatores, incluindo o transporte de oxigênio, atividade das enzimas oxidativas nas mitocôndrias do músculo esquelético, e a composição das fibras musculares. O aumento do LV e RCP são de grande importância durante o envelhecimento, pois possibilita a realização tarefas do cotidiano de forma mais intensas, por períodos prolongados.

Ferrauti et al., (2010) também não verificaram aumento no RCP em homens e mulheres de meia-idade após 8 semanas de TC. Entretanto, em nosso estudo foi verificada diferenças significantes na velocidade (km/h) referente ao RCP, após 8 e 16 semanas. Dessa forma, parece que o TF associado ao TA pode promover melhora na economia de movimento por meio de adaptações neuromusculares. Entretanto, um período maior de intervenção seria necessário para verificar se adaptações das fibras musculares, o padrão recrutamento de unidades motoras e as atividades metabólicas frente ao TC trariam mais benefícios ou prejuízos na capacidade aeróbia de indivíduos de meia-idade.

Com relação à força máxima, jovens e idosos, tem demonstrado prejuízos nos ganhos no TC (efeito de interferência) quando comparado ao TF isolado (HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995; CADORE et al., 2010). Dessa forma, parece importante a realização de programas de TC que minimizem o efeito de interferência por indivíduos de meia-idade e idosos. Essas populações apresentam importantes reduções na força e massa muscular, fato este diretamente associado à redução da capacidade funcional e conseqüentemente maior dificuldade de realizar as atividades do cotidiano (Hunter, McCarthy, & Bamman, 2004). Porém, poucos estudos têm investigado o efeito de interferência no desenvolvimento da força máxima em indivíduos de meia-idade (IZQUIERDO et al., 2005).

No presente estudo, após 16 semanas de TC não foram verificadas diferenças entre a magnitude dos ganhos de força muscular em comparação ao TF em homens de meia-idade. Entretanto, após 8 semanas (A2) foi verificado aumento na força máxima de MMII somente para

o TF. Já os MMSS apresentaram ganhos de força já na 8ª semana de TC e TF. É bem descrito na literatura que os ganhos iniciais de força máxima, são decorrentes de uma maior adaptação neural que hipertrófica (SALE, 1988). Portanto, pode ser que a associação do TA ao TF tenha influenciado de alguma forma, a magnitude das adaptações neurais no TC. Sabe-se que o TF e TA exigem do sistema neuromuscular, diferentes padrões de ativação das UM. Tem sido sugerido que o TC possa alterar o padrão de recrutamento de UM, influenciando na contração voluntária máxima (DUDLEY; FLECK, 1987). Em recente estudo realizado com idosos, foi verificado que o TC, onde a sessão de TF foi precedida pela sessão de TA interferiu negativamente nos ganhos de força (CADORE et al., 2010). Os autores sugerem por meio das análises eletromiográficas (EMG) que isso pode ser explicado em partes por interferência nas adaptações neurais quando o TF é associado ao TA (CADORE et al., 2010). Hakkinen et al., (2003) demonstraram que apenas o grupo que realizou TF possuiu maior ativação muscular rápida (500 ms) após o treinamento, comparado ao TC.

Assim, após 8 semanas onde os ganhos de força muscular passam a ter uma maior dependência de adaptações hipertróficas, visto que na A2 não foi verificado aumento da massa magra em nenhum dos grupos estudados, o protocolo de TC do presente estudo parece não apresentar efeito de interferência nos ganhos de força muscular ao final das 16 semanas do estudo (A3). Além disso, somente o TC apresentou aumento da massa magra, o que explicaria em partes a não ocorrência do efeito de interferência, quando os ganhos de força musculares passam a ter uma maior dependência de adaptações hipertróficas. Entretanto, esses resultados devem ser analisados com cautela, uma vez que o método utilizado para análise da composição corporal é duplamente indireto, e não foi realizado avaliação da área muscular de coxa, para que fosse verificado se as adaptações hipertróficas foram também maiores nos MMII para o TC.

Por outro lado, parece que a ausência do efeito de interferência após 16 semanas de TC no presente estudo, pode estar relacionada à baixa frequência semanal e duração do treinamento. Durante a sessão de TC, o TF apresentou volume de MMII similar e MMSS 33% menor que TF isolado. Já o TA uma redução de 50% volume quando comparado a sua realização isolada. Além disso, os intervalos entre as sessões (48h) parece ter permitido uma maior recuperação entre as sessões, o que otimizaria as adaptações relacionadas a força muscular em indivíduos que começam a sofrer as alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento.

Em estudos realizados com jovens foram verificadas "interferência" no desenvolvimento da força quando TF e TA foram associados (HICKSON, 1980; DUDLEY; DJAMIL, 1985). Esses estudos apresentaram alta frequência semanal e longa duração da sessão de treinamento (6x/sem., > 1h) (HICKSON, 1980; DUDLEY; DJAMIL, 1985). Parece que sucessivas sessões de TF (TESCH et al., 1987) e TA (COSTILL et al., 1971) podem promover baixos níveis de glicogênio muscular, o que poderia diminuir ou prejudicar desempenhos subsequentes, sendo evidente em indivíduos não treinados por apresentarem menores reservas intramusculares deste substrato. Além disso, indivíduos de meia-idade e idosos apresentam maior oxidação de carboidratos e menor oxidação de gordura que jovens, mesmo em exercícios de baixa intensidade (56% do $VO_{2máx.}$). Baixos níveis de glicogênio parecem prejudicar as respostas da sinalização intracelular da síntese protéica do músculo esquelético, observados frente a uma sessão aguda de TF (CREER et al., 2005), devido ao aumento da sinalização da proteína quinase ativada por AMP (AMPK) (HARDIE; SAKAMOTO, 2006), que por sua vez inibi a sinalização da mTOR, por meio da ativação do complexo esclerose tuberosa (TSC) (BOLSTER et al., 2002)

Assim, é possível que a depleção do glicogênio provocada por uma sessão prolongada de TC, onde principalmente o TA seja realizado em grande volume, afete a síntese protéica, levando a um menor ganho de força e massa muscular. Com isso, estudos que verifiquem o efeito crônico do TC nas vias sinalização de síntese protéica em diferentes volumes e intensidade de estímulo são necessários para entender os eventos que regulam as adaptações relacionadas ao aumento da força muscular.

Embora o mecanismo responsável ou não pelo efeito de interferência ainda não seja claro, parece que homens de meia-idade sedentários, podem se beneficiar de sessões de TC realizadas com menor duração e frequência semanal. Esses achados podem ter uma importante relevância prática para a construção do treinamento que associe TF e TA de forma ideal, visto que não houve necessidade de aumentar a frequência semanal e a duração da sessão de TC para obtermos adaptações similares ao TF e TA isolados.

CONCLUSÕES

Dessa forma, pode-se concluir que 16 semanas de TC promove aumento na força máxima similar ao TF, bem como, aumento no limiar ventilatório semelhante ao TA.

REFERÊNCIAS

- ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 6, p. 975-91, 1998.
- BALABINIS, C. P. et al. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 2, p. 393-401, 2003.
- BARTLETT, J. D. et al. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: Implications for exercise adherence. **J Sports Sci**, v. 29, n. 6, p. 547-53, 2011.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 4, p. 1-21, 2001.
- CADORE, E. L. et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 10, p. 689-97, 2010.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, 2009.
- COSTILL, D. L. et al. Muscle glycogen utilization during prolonged exercise on successive days. **J Appl Physiol**, v. 31, n. 6, p. 834-8, 1971.
- CREER, A. et al. Influence of muscle glycogen availability on ERK1/2 and Akt signaling after resistance exercise in human skeletal muscle. **J Appl Physiol**, v. 99, n. 3, p. 950-6, 2005.
- DOCHERTY, D.; SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Med**, v. 30, n. 6, p. 385-94, 2000.
- DUDLEY, G. A.; DJAMIL, R. Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. **J Appl Physiol**, v. 59, n. 5, p. 1446-51, 1985.
- DUDLEY, G. A.; FLECK, S. J. Strength and endurance training. Are they mutually exclusive? **Sports Med**, v. 4, n. 2, p. 79-85, 1987.
- FERREIRA, F. C. et al. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 35, n. 2, p. 163-71, 2010.
- FLORINDO, A. A.; LATORRE, M. R. D. O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 3, p. 121-128, 2003.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med**, v. 36, n. 2, p. 133-49, 2006.

GLOWACKI, S. P. et al. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 12, p. 2119-27, 2004.

GOLLNICK, P. D.; PIEHL, K.; SALTIN, B. Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. **J Physiol**, v. 241, n. 1, p. 45-57, 1974.

HAKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 1, p. 42-52, 2003.

HARDIE, D. G.; SAKAMOTO, K. AMPK: a key sensor of fuel and energy status in skeletal muscle. **Physiology (Bethesda)**, v. 21, p. 48-60, 2006.

HASKELL, W. L. et al. 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**, v. 39, n. 8, p. 1423-34, 2007.

HENRIKSSON, J.; REITMAN, J. S. Quantitative measures of enzyme activities in type I and type II muscle fibres of man after training. **Acta Physiol Scand**, v. 97, n. 3, p. 392-7, 1976.

HEUBERT, R. A. et al. Effect of a previous sprint on the parameters of the work-time to exhaustion relationship in high intensity cycling. **Int J Sports Med**, v. 26, n. 7, p. 583-92, 2005.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 45, n. 2-3, p. 255-63, 1980.

HOLLOSZY, J. O.; COYLE, E. F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **J Appl Physiol**, v. 56, n. 4, p. 831-8, 1984.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R., JR.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 9, p. 1292-301, 1995.

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med**, v. 34, n. 5, p. 329-48, 2004.

IZQUIERDO, M. et al. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. **Eur J Appl Physiol**, v. 94, n. 1-2, p. 70-5, 2005.

_____. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 3, p. 435-43, 2004.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **J Sports Sci**, v. 14, n. 4, p. 321-7, 1996.

KOSTKA, T. et al. Aerobic and anaerobic power in relation to age and physical activity in 354 men aged 20-88 years. **Int J Sports Med**, v. 30, n. 3, p. 225-30, 2009.

KRAEMER, W. J. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J Appl Physiol**, v. 78, n. 3, p. 976-89, 1995.

LEVERITT, M. et al. Concurrent strength and endurance training. A review. **Sports Med**, v. 28, n. 6, p. 413-27, 1999.

MACDOUGALL, D.; SALE, D. Continuous vs. interval training: a review for the athlete and the coach. **Can J Appl Sport Sci**, v. 6, n. 2, p. 93-7, 1981.

MCCARTHY, J. P. et al. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 3, p. 429-36, 1995.

MCLELLAN, T. M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **Int J Sports Med**, v. 6, n. 1, p. 30-5, 1985.

NADER, G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. **Med Sci Sports Exerc**, v. 38, n. 11, p. 1965-70, 2006.

NELSON, A. G. et al. Consequences of combining strength and endurance training regimens. **Phys Ther**, v. 70, n. 5, p. 287-94, 1990.

PARDINI, R. et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 45-51, 2001.

SILLANPAA, E. et al. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40-65-year-old men. **Scand J Med Sci Sports**, v. 19, n. 6, p. 885-95, 2009.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-91; discussion 480, 492, 1993.

SLAUGHTER, M. H. et al. Influence of maturation on relationship of skinfolds to body density: a cross-sectional study. **Hum Biol**, v. 56, n. 4, p. 681-9, 1984.

TESCH, P. A.; KOMI, P. V.; HAKKINEN, K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. **Int J Sports Med**, v. 8 Suppl 1, p. 66-9, 1987.

TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **Eur J Appl Physiol**, v. 97, n. 6, p. 643-63, 2006.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients During Exercise. **Am J Cardiol**, v. 14, p. 844-52, 1964.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; DAVIS, J. A. Respiratory physiology of exercise: metabolism, gas exchange, and ventilatory control. **Int Rev Physiol**, v. 23, p. 149-211, 1981.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**, v. 35, n. 2, p. 236-43, 1973.

3.2 ARTIGO 2

EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA, AERÓBIO E CONCORRENTE SOBRE TNF- α , IL-6 E PCR

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de 16 semanas de treinamento de força, aeróbio e concorrente no fator de necrose tumoral- α (TNF- α), interleucina-6 (IL-6), proteína C-reativa (PCR) e capacidade funcional de homens de meia-idade saudáveis. **Métodos:** Os participantes foram aleatorizados em quatro grupos: Treinamento de força (TF, n = 11), treinamento aeróbio (TA, n = 12), treinamento concorrente (TC, n = 11) e grupo controle (GC, n = 13). Todos os grupos realizaram três sessões semanais com duração aproximada de 60 minutos, por 16 semanas. A força máxima foi avaliada no supino reto e *leg press*. O consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}) foi mensurado em teste incremental. O fator de necrose tumoral - α (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6), e o PCR foram determinados pelo método ELISA. **Resultados:** a força máxima aumentou após 16 semanas, sem diferenças significantes entre TF e TC. O VO_{2pico} aumentou significativamente para o TA e TC, também sem diferenças entre os grupos. Não houve alterações significantes no TNF- α , IL-6 e PCR comparando o antes e após o período de treinamento. **Conclusão:** Dezesesseis semanas de TF, TA e TC não afetam baixos e moderados níveis de IL-6, TNF- α e PCR em homens de meia-idade saudáveis. O TC realizado com frequência semanal e duração da sessão similar ao TF e TA, foi efetivo para aumentar a força máxima, VO_{2pico} , além de melhorar o perfil lipídico.

Palavras-chaves: marcadores inflamatórios, treinamento aeróbio, treinamento de força e treinamento combinado.

INTRODUÇÃO

A inflamação sistêmica crônica está associada com o desenvolvimento de várias doenças prevalentes da idade e inatividade física, como aterosclerose, e diabetes, que tem como consequência o desenvolvimento e progressão de doenças cardiovasculares (DCV) (PEARSON et al., 2003; PENNINX et al., 2004). A importância dos fatores de risco convencionais, tais como hiperlipidemia, hipertensão e tabagismo para o desenvolvimento dessas doenças estão bem estabelecidos (RINKUNIENE et al., 2009). Entretanto, mais de 50% dos infartos do miocárdio e acidentes vasculares cerebrais, ocorrem em indivíduos sem hiperlipidemia, e 15-20% em não fumantes ou não apresentam hipertensão arterial (KHOT et al., 2003).

Associado a esse conjunto de fatores de risco, tem sido proposto à utilização de marcadores inflamatórios relacionados ao sistema imunológico como indicadores da inflamação sistêmica, uma vez que são importantes para o diagnóstico de DCV (PEARSON et al., 2003). Dentre muitos marcadores inflamatórios sistêmicos, o fator de necrose tumoral α (TNF- α), a interleucina-6 (IL-6), e a proteína C-reativa, são os mais frequentemente utilizados (STEWART et al., 2007; BEAVERS et al., 2010; DONGES et al., 2010).

Elevados níveis dessas citocinas são fortes preditores de risco de mortalidade em indivíduos de meia-idade e idosos (BRUUNSGAARD et al., 2004; ARSENAULT et al., 2009). Esses biomarcadores são fortemente associados ao aumento do risco de desenvolvimento de DCV, diabetes e câncer (PENNINX et al., 2004; PETERSEN; PEDERSEN, 2005). No entanto, até o momento, não são conhecidas terapias definitivas para o tratamento dessa inflamação crônica.

O exercício físico de intensidade moderada realizado regularmente parece promover efeito antiinflamatório no músculo esquelético e tecido adiposo (PETERSEN; PEDERSEN, 2005), podendo ser utilizado como uma modalidade terapêutica e preventiva para atenuar os processos degenerativos associados à idade e reduzir os marcadores inflamatórios sistêmicos (ADAMOPOULOS et al., 2001; PRESTES et al., 2009). Entretanto, a literatura existente até presente momento apresenta resultados conflitantes e inconsistentes a respeito de qual o regime de treinamento é mais eficiente para redução da inflamação sistêmica.

Alguns estudos tem demonstrado reduções nas concentrações de TNF- α (GREIWE et al., 2001), IL-6 (PRESTES et al., 2009) e PCR (DONGES et al., 2010), após treinamento de força (TF) e treinamento aeróbio (TA) (ADAMOPOULOS et al., 2001; LARSEN et al., 2001;

GOLDHAMMER et al., 2005). Por outro lado, outros estudos não encontraram reduções desses biomarcadores após realização de ambos regimes de treinamento (HAMMETT et al., 2004; WHITE et al., 2006; THOMPSON et al., 2010). Essas controvérsias podem estar relacionadas à capacidade desses regimes de treinamento influenciar ou não a redução da massa corporal total, IMC e gordura corporal.

O TNF- α e a IL-6 são secretados por adipocitos, e são os principais indutores da produção de PCR no fígado (MOHAMED-ALI et al., 1998). Sugere-se que o tecido adiposo, em especial o visceral é fortemente correlacionado com as concentrações de PCR (SELVIN et al., 2007) Cartier et al. (2009) (CARTIER et al., 2009) verificaram que homens de meia idade apresentam maiores níveis de marcadores inflamatórios circulantes em comparação com homens mais jovens, provavelmente por possuírem maior adiposidade visceral, sendo assim mais propensos ao desenvolvimento de diabetes mellitus e DCV.

Já o TA quando associado ao TF, conhecido como treinamento concorrente (TC), embora seja recomendado para prevenção de DCV e melhora na qualidade de vida de adultos jovens, de meia-idade e idosos (HASKELL et al., 2007), não se demonstrou eficiente na redução da inflamação sistêmica (CONRAADS et al., 2002; ASTENGO et al., 2010; BEAVERS et al., 2010).

Conraads et al. (2002) não verificaram reduções no TNF- α e IL-6 após 16 semanas de TC em indivíduos jovens, de meia-idade e idosos. Similarmente, não foram encontradas reduções na PCR após realização de TC realizado por cardiopatas (ASTENGO et al., 2010). Assim, sugere-se que a não redução desses biomarcadores pode estar associada a baixa intensidade e/ou a não supervisão das sessões de TC.

Até o presente momento, nenhum estudo comparou o efeito do TC com o TA e TF realizados de forma isolada com objetivo de verificar qual o melhor regime de treinamento para reduzir a inflamação sistêmica. Portanto, a proposta do presente estudo foi verificar o efeito de 16 semanas de TF, TA e TC nas concentração de IL-6, TNF- α e PCR de homens de meia-idade saudáveis. Nossa hipótese é que o programa de treinamento que promover maior redução na massa corporal, IMC e circunferência de cintura, apresentará também maiores reduções na IL-6, TNF- α e PCR.

MÉTODOS

Participantes

Quarenta e sete homens não ativos por pelo menos seis meses segundo o questionário de atividade física habitual “Baecke” (FLORINDO; LATORRE, 2003) participaram do estudo. Todos foram aleatorizados em quatro grupos: treinamento de força (TF, n = 11), treinamento aeróbio (TA, n = 12), treinamento concorrente (TC, n = 11) e grupo controle (GC, n = 13) (Tabela 1). Não participaram do estudo indivíduos com DCV, hipertensão severa e diabetes. Os participantes foram informados da importância de manter os mesmos hábitos nutricionais durante todo o estudo, bem como sobre a metodologia do estudo. Se concordassem a participar do mesmo, assinavam o termo de consentimento livre e esclarecido. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa (CEP-FCM/UNICAMP). Fizeram parte do estudo somente os indivíduos com frequência as sessões de treinamento superior a 85% das realizadas, ou que não se ausentaram por mais de duas sessões consecutivas.

As avaliações cardiorrespiratórias e da força muscular, além das análises dos marcadores inflamatórios (TNF- α , IL-6 e PCR), colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), triglicérides (TG), e glicose foram realizadas antes e após o período experimental.

Amostras de sangue

Foram coletados 10 ml de sangue da veia antecubital, entre 7:00h e 8:00h da manhã, após período de jejum de 12 horas. As coletas aconteceram sete dias antes e após o período de treinamento para evitar alterações agudas nos níveis de TNF- α , IL-6 e PCR, decorrentes de uma única sessão de exercícios físicos. Todos os indivíduos foram orientados a não consumir alimentos contendo cafeína e álcool 24 h antes da coleta. O sangue obtido foi armazenado em biofreezer a -70°C para determinação posterior das citocinas, proteína C-reativa, perfil lipídico e glicose.

Citocinas e protein C-reativa

O TNF- α , IL-6 e PCR foram determinadas em duplicata, pelo método *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA), por meio de seus respectivos *kits* ultra sensíveis (R&D Systems). Os valores de citocinas são apresentados em picogramas por mililitros (pg/mL) e a PCR em

miligrama por litro (mg/L). A sensibilidade, e o coeficiente de variação intra- e inter-ensaio foram os seguintes: 0.106 pg/mL, 4.3% e 7.3% para TNF- α , 0.039 pg/mL, 7.8% e 7.2% para IL-6 e 0.00001 mg/L, 3.8% e 7.0% para PCR.

Perfil lipídico e glicose

As concentrações de TC, TG, HDL e glucose foram analisadas utilizando o analisador automático Technicon, RA 1000, (USA) e kit comerciais Laborlab (Brazil). O LDL foi calculado de acordo com a equação de Friedwald (FRIEDEWALD et al., 1972).

Avaliação da força muscular.

Previamente ao início da avaliação da força muscular foram realizadas duas sessões de familiarização com os seguintes exercícios: *leg press*, extensão dos joelhos, flexão dos joelhos, supino reto, puxador alto, elevação lateral, flexão dos cotovelos, extensão dos cotovelos no puxador alto, abdominal superior (RIGUETTO equipamentos, Campinas, SP).

A força muscular foi mensurada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) nos exercícios supino reto, *leg press*. Todos os exercícios foram precedidos por uma série de aquecimento de 10 repetições, com aproximadamente 50% da carga prevista para a primeira tentativa de cada teste de 1-RM, sendo o início dos testes três minutos após o aquecimento. Após 3 min, foram realizadas tentativas subsequentes de uma repetição com cargas (kg) progressivamente maiores, até a uma repetição máxima fosse determinada em no máximo de três tentativas, com 3-5 minutos de pausa entre as mesmas. Todos os participantes realizaram duas sessões de testes com intervalo de 48h entre elas, visando familiarização com os mesmos, e assim minimizar os efeitos de aprendizagem. Foram consideradas para análise as cargas obtidas na segunda sessão.

Avaliação cardiorrespiratória

Os participantes executaram um protocolo de teste em esteira ergométrica (Quinton TM55. Bothell, Washington, EUA), onde as trocas gasosas foram coletadas continuamente, respiração a respiração, por meio de um sistema metabólico de análise de gases (CPX, Medical Graphics, St. Paul, Minnesota, USA). O protocolo consistiu de uma velocidade inicial de aquecimento de 4 km/h por 2 minutos, seguidos de acréscimos de 0,3 km/h a cada 30 s, com uma

inclinação constante de 1% (JONES; DOUST, 1996) até a exaustão física. Seguido então de um período de 4 minutos de recuperação, sendo o primeiro minuto à 5 km/h, reduzindo-se 1 km/h a cada minuto. A capacidade aeróbia foi determinada por meio de uma análise visual gráfica (WASSERMAN; MCILROY, 1964), realizada por três observadores foram previamente treinados, e familiarizados com o sistema CPX da Medical Graphics. O limiar ventilatório (LV) foi caracterizado como o primeiro ponto de inflexão das curvas de produção de dióxido de carbono (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). Já o ponto de compensação respiratória (RCP) foi identificado em duplicata mediante o uso do dos equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2), e equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2), considerando o aumento abrupto do VE/VCO_2 (MCLELLAN, 1985). A potência aeróbia foi expressa a partir do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx.}}$) considerado como a média dos valores nos últimos 30 segundos da avaliação cardiorrespiratória (HEUBERT et al., 2005). Para confirmar a ocorrência do $\text{VO}_{2\text{máx.}}$ deveriam ser observados pelo menos dois dos três critérios a seguir: (1) um platô no VO_2 , ou seja, nenhuma ou pouca variação no VO_2 ($< 2,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) apesar do aumento na intensidade do exercício; (2) razão de trocas respiratórias maior que 1,10; (3) frequência cardíaca (FC) maior que 90% do máximo predito para a idade (HOWLEY et al., 1995).

Programas de treinamento físico

Os programas de treinamento foram compostos de três diferentes protocolos: treinamento de força (TF), treinamento aeróbio (TA) e treinamento concorrente (TC). Os participantes realizaram três sessões semanais (segunda, quarta e sexta), durante 16 semanas. Antes do início do treinamento, todos os participantes realizaram duas sessões de familiarização com os testes e exercícios de força muscular e/ou aeróbio.

Treinamento de força

Nas primeiras 8 semanas os voluntários realizaram 9 exercícios (*leg press*, extensão dos joelhos, flexão dos joelhos, supino reto, puxador alto, elevação lateral, flexão dos cotovelos, extensão dos cotovelos no puxador alto, abdominal no solo) para os principais grupos musculares, sendo utilizada uma ordenação dos exercícios alternada por segmento, ou seja,

membros inferiores alternados com os superiores. Foram realizadas 3 séries de 10 repetições máximas (RM) para os membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII), com pausa de aproximadamente 1 minuto entre as séries e os exercícios (ACSM, 2009). Nas 8 semanas finais foram realizados os mesmos exercícios, sendo a ordenação dos mesmos localiza por articulação, primeiramente os membros inferiores depois os superiores, com 3 séries de 8 RM e pausa de 1 minuto e 30 segundos entre séries e exercícios (ACSM, 2009). A duração total das sessões nas duas etapas foi de aproximadamente 60 minutos. Os reajustes das cargas (kg) dos exercícios foram realizados semanalmente.

Treinamento aeróbio

O TA foi realizado em pista de atletismo, onde os participantes realizaram exercícios de caminhada ou corrida de maneira contínua, com variação da intensidade durante a sessão de treinamento. Na E1 foram realizados 10 min abaixo do LV, 20 min no LV, 20 min acima do LV e abaixo do RCP, 10 min abaixo do LV. Essas intensidades foram correspondentes a 50-85% $VO_{2máx}$. (ACSM, 1998), e a duração total da sessão foi de aproximadamente 60 minutos. Após 8 semanas ocorreu ajuste na intensidade de treinamento a partir de outra avaliação cardiorrespiratória. Além disso, houve alteração nas intensidades referentes ao LV e RCP. Foram realizados 10 min abaixo do LV, 20 min acima do LV e abaixo do RCP, 20 min no RCP, 10 min abaixo do LV, com uma manutenção na duração do treinamento. O monitoramento da intensidade do treinamento foi realizado por meio das velocidades referentes ao LV e RCP encontradas durante o teste executado na esteira, uma vez que o mesmo foi realizado com inclinação de 1% para reproduzir as condições de treinamento em pista de atletismo (JONES; DOUST, 1996).

Treinamento concorrente

No protocolo de TC foram realizados TF e TA na mesma sessão, também em duas etapas. Nas primeiras 8 semanas, os voluntários realizaram o TF que foi composto de 6 exercícios (*leg press*, extensão dos joelhos, flexão dos joelhos, supino reto, puxador alto, flexão dos cotovelos), com 3 séries de 10 RM e pausa de 1 minuto entre séries e exercícios. A duração da sessão foi de aproximadamente 30 minutos, sendo a ordenação dos exercícios alternada por segmento (ACSM, 2009). Em seguida os participantes se deslocaram para a pista de atletismo, onde realizaram 30

minutos de TA (exercícios de caminhada ou corrida) com variação da intensidade, sendo 5 min abaixo do LV, 10 min no LV, 10 min acima do LV e RCP, 5 min abaixo do LV, intensidades correspondentes a 50-85% $\text{VO}_{2\text{máx}}$. (ACSM, 1998).

Nas 8 semanas finais sessão de TF foi realizada com os mesmos exercícios e séries da E1, porém, com 8 RM e pausa de 1 minuto e 30 segundos entre séries e exercícios. A duração também foi de aproximadamente 30 minutos, entretanto a ordenação dos exercícios foi localizada por articulação. Ocorreu também ajuste na intensidade de treinamento a partir de uma nova avaliação cardiorrespiratória. Além disso, houve alteração nas intensidades referentes ao LV e RCP em comparação com a E1, sendo 5 min abaixo do LV, 10 min acima do LV e abaixo do RCP, 10 min no RCP, 5 min abaixo do LV totalizando 30 minutos. A duração total da sessão do TC foi de aproximadamente 60 minutos, sendo assim similar ao TA e TF isolados (TABELA 2).

A intensidade do TA do protocolo TC também foi controlada por meio da velocidade referente ao LV e RCP. Os reajustes nas cargas (kg) utilizadas nos diferentes exercícios do TF do protocolo de TC seguiram os mesmos procedimentos do TF realizados de maneira isolada.

Analises estatísticas

Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. A análise de variância para medidas repetidas (*two-way* ANOVA) foi utilizada para comparação inter e intra-grupos. Para comparação entre as diferenças percentuais ($\Delta\%$) foi utilizada a análise de variância de um caminho (*one-way* ANOVA). O teste *post hoc* de Tukey foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao do critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$). As análise do poder estatístico e o efeito do tamanho da amostra foram realizados por meio do G*power (version 3.0.10). Para as demais análises foi utilizado o software Statistica® 6.1 (Statsoft Inc.,Tulsa, OK).

RESULTADOS

Características antropométricas dos participantes

Não foram encontradas diferenças significantes entre a idade, massa corporal, índice de massa corporal e circunferência de cintura nas comparações inter e intra-grupos (TABELA 1). Foi adotado como critério de inclusão no estudo pelo menos 85% de participação nas sessões de

treinamento. Entretanto, após análises das sessões realizadas pelos participantes, verificou-se que os grupos TF, TA e TC realizaram em média 46,8 (91,7%) das 51 sessões previstas.

TABELA 1. Características antropométricas antes (pré) e após (pós) 16 semanas de treinamento de força (TF, $n = 11$), treinamento aeróbio (TA, $n = 12$), treinamento concorrente (TC, $n = 11$) e grupo controle (GC, $n = 13$).

Variáveis		TF	TA	TC	GC
Idade (anos)		49,27 $\pm$ 4,81	49,25 $\pm$ 5,42	48,54 $\pm$ 5,35	49,10 $\pm$ 5,78
Estatura (m)		1,72 $\pm$ 0,06	1,75 $\pm$ 5,63	1,72 $\pm$ 0,06	1,72 $\pm$ 6,80
Massa corporal (kg)	Pré	81,51 $\pm$ 15,14	78,20 $\pm$ 10,75	84,11 $\pm$ 8,89	73,30 $\pm$ 13,31
	Pós	81,91 $\pm$ 15,08	78,28 $\pm$ 9,95	83,60 $\pm$ 9,07	73,00 $\pm$ 13,40
	$\Delta\%$	0,49	0,23	-0,60	-0,47
IMC (kg/m ²)	Pré	27,08 $\pm$ 3,99	25,26 $\pm$ 2,51	28,37 $\pm$ 3,00	24,60 $\pm$ 3,28
	Pós	27,32 $\pm$ 3,68	25,29 $\pm$ 2,34	28,18 $\pm$ 3,20	24,50 $\pm$ 3,31
	$\Delta\%$	0,88	0,09	-0,66	-0,53
CC (cm)	Pré	91,66 $\pm$ 9,41	89,50 $\pm$ 9,28	94,70 $\pm$ 5,60	85,50 $\pm$ 9,75
	Pós	91,12 $\pm$ 10,41	88,11 $\pm$ 8,99	92,69 $\pm$ 5,51	85,80 $\pm$ 10,11
	$\Delta\%$	-0,58	-1,50	-2,13	0,29

Dados apresentados em média $\pm$ DP.

$\Delta\%$, diferenças percentual; IMC, índice de massa corporal; CC, circunferência de cintura.

Bioquímicos

As variáveis bioquímicas são apresentadas na tabela 3. Não foram encontradas diferenças significantes ($P > 0.05$) nos níveis plasmáticos de TNF- α , IL-6 e PCR durante o estudo. A glicose plasmática aumentou significativamente para o GC (20.1%; $P = 0.0001$) após 16 semanas. O CT reduziu significativamente para o TF (-14.0%; $P = 0.0001$) e TC (-26.3%; $P = 0.0001$). O TC apresentou também reduções significantes no TG (-15.61%, $P = 0.009$).

Força máxima e consumo de oxigênio pico (VO_{2pico})

O TF aumentou a 1-RM no *leg press* em 37,62% ($P = 0.0001$), sendo significativamente maior que TA e GC ($P = 0.0001$). Já o para o supino reto foi verificado aumento significativo de 19,92% ($P = 0.0001$), sendo similar ao TC ($P > 0.05$), e significativamente maior que o TA e GC ($P = 0.0001$). O grupo TC aumentou a 1-RM no *leg press* e supino reto em 29,73% ($P = 0.002$) e 21,75% respectivamente ($P = 0.0001$). O VO_{2pico} apresentou aumento significativo para o TC

(14,06%; $P = 0.01$) e TA (20,28%; $P = 0.0001$), sem apresentar diferenças entre os grupos (TABELA 2).

TABELA 2. Consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}) e força máxima (1-RM), antes (pré) e após (pós) 16 semanas de treinamento de força (TF, $n = 11$), treinamento aeróbio (TA, $n = 12$), treinamento concorrente (TC, $n = 11$) e grupo controle (GC, $n = 13$).

Variáveis		TF	TA	TC	GC
VO_{2pico} (ml kg ⁻¹ min ⁻¹)	Pré	33,71 ± 4,51	32,04 ± 4,17	31,18 ± 5,49	30,90 ± 5,35
	Pós	35,94 ± 4,42	38,55 ± 3,98*	34,43 ± 5,40*	31,10 ± 4,38
	$\Delta\%$	6,60	20,28 [†] TF,GC	14,06 [†] TF,GC	0,59
1-RM Leg press (Kg)	Pré	234,36 ± 50,63	200,58 ± 39,15	219,18 ± 39,31	202,08 ± 36,19
	Pós	322,54 ± 8,64*	240,00 ± 66,84	284,36 ± 82,38*	216,08 ± 58,66
	$\Delta\%$	37,62 [†] TA,GC	9,30	29,73	6,93
1-RM Supino reto (Kg)	Pré	73,90 ± 13,48	64,33 ± 11,17	69,36 ± 9,75	60,92 ± 10,53
	Pós	88,63 ± 14,61*	65,58 ± 14,13	84,45 ± 13,53*	62,00 ± 10,64
	$\Delta\%$	19,92 [†] TA,GC	1,94	21,75 [†] TA,GC	1,77

Dados apresentados em média ± DP,

*Diferença significativa comparado ao pré-treinamento ($P < 0,05$),

[†]Diferença significativa entre grupos ($P < 0,05$),

$\Delta\%$, diferença percentual,

TABELA 3, Variáveis bioquímicas antes (pré) e após (pós) 16 semanas de treinamento de força (TF, $n = 11$), treinamento aeróbio (TA, $n = 12$), treinamento concorrente (TC, $n = 11$) e grupo controle (GC, $n = 13$),

Variables		TF	TA	TC	GC
IL-6 (pg·mL ⁻¹)	Pré	0,92 ± 0,53	1,00 ± 0,35	0,73 ± 0,12	0,72 ± 0,17
	Pós	0,88 ± 0,47	1,14 ± 0,66	0,74 ± 0,29	0,99 ± 0,54
	Δ%	-3,6	13,05	0,27	36,88
TNF-α (pg·mL ⁻¹)	Pré	3,39 ± 1,13	2,97 ± 2,78	2,94 ± 1,27	3,30 ± 1,18
	Pós	3,69 ± 1,47	2,14 ± 1,74	2,23 ± 0,84	3,49 ± 1,52
	Δ%	8,7	-27,76	-24,26	5,75
PCR (mg·L ⁻¹)	Pré	1,73 ± 1,3	1,13 ± 0,49	1,52 ± 1,26	1,60 ± 1,07
	Pós	2,71 ± 1,9	1,08 ± 0,54	1,35 ± 0,97	1,59 ± 1,27
	Δ%	56,1	-4,15	-11,10	-0,20
CT (mmol·L ⁻¹)	Pré	5,60 ± 1,53	4,76 ± 1,20	6,33 ± 1,29	5,08 ± 1,07
	Pós	4,65 ± 1,34*	5,12 ± 1,12	4,57 ± 0,90*	4,78 ± 1,15
	Δ%	-16,9	7,46† ^{TF, TC, GC}	-27,76	-8,10
LDL (mmol·L ⁻¹)	Pré	3,56 ± 1,25	2,84 ± 1,08	3,94 ± 1,53	3,20 ± 0,86
	Pós	3,22 ± 1,08	3,19 ± 0,99	3,24 ± 0,95	2,94 ± 0,97
	Δ%	-9,5	12,31	-27,00	-8,15
HDL (mmol·L ⁻¹)	Pré	1,21 ± 0,22	1,07 ± 0,28	1,29 ± 0,49	1,20 ± 0,34
	Pós	1,33 ± 0,19	1,18 ± 0,28	1,26 ± 0,24	1,22 ± 0,37
	Δ%	10,1	9,74	-2,46	1,51
TG (mmol·L ⁻¹)	Pré	1,78 ± 0,81	1,99 ± 1,22	2,39 ± 1,20	1,46 ± 0,81
	Pós	1,67 ± 0,50	1,59 ± 1,02	1,59 ± 0,44*	1,51 ± 0,91
	Δ%	-6,0	-20,10	-33,25	3,60
Glicose (mmol·L ⁻¹)	Pré	5,19 ± 0,83	5,50 ± 0,46‡ ^{GC}	5,11 ± 0,61	4,54 ± 0,48
	Pós	5,16 ± 0,29	5,31 ± 0,44	5,01 ± 0,37	5,43 ± 0,63*
	Δ%	-0,6	-3,16	-2,05	19,70† ^{TF, TA, TC}

Dados apresentados em média ± DP

‡Diferença entre grupos pré-intervenção ($P < 0,05$),

*Diferença significativa comparado ao pré-treinamentos ($P < 0,05$),

† Diferença significativa entre grupos ($P < 0,05$),

Δ%, diferença percentual,

DISCUSSÃO

A proposta do presente estudo foi avaliar o efeito do TF, TA e TC nos níveis basais de IL-6, TNF- α e PCR de homens de meia-idade, sedentários e saudáveis. Este foi o primeiro estudo que propôs comparar o efeito desses três regimes de treinamento em marcadores inflamatórios relacionados a DCV. Os valores basais de PCR do presente estudo podem ser classificados como “moderado risco” de acordo com algumas diretrizes (PEARSON et al., 2003). Já as concentrações basais de IL-6 e TNF- α são similares aos observados em outros estudos com indivíduos saudáveis, e abaixo de valores encontrados em cardiopatas (ADAMOPOULOS et al., 2001; CONRAADS et al., 2002) e idosos (STEWART et al., 2007). Os valores basais de CT, LDL, HDL e glicose dos quatro grupos encontra-se dentro da normalidade para a população (EXECUTIVE SUMMARY OF THE THIRD REPORT OF THE NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP) EXPERT PANEL ON DETECTION, 2001). Esses achados demonstram que a amostra do presente estudo apresenta baixos riscos de desenvolvimento de DCV. Entretanto, o exercício físico realizado sistematicamente pode contribuir para manutenção desse baixo quadro, uma vez que o envelhecimento e o sedentarismo estão associados ao aumento dos marcadores inflamatórios sistêmicos (BRUUNSGAARD et al., 2004; PETERSEN; PEDERSEN, 2005).

O presente estudo verificou redução do TG somente para o grupo que realizou TC e a redução do CT nos grupos TC e TF, corroborando assim com outros achados (PRABHAKARAN et al., 1999; VERNEY et al., 2006). A melhora no perfil lipídico, bem como o aumento da força máxima e do $VO_{2\text{pico}}$ são importantes para prevenção de DCV em homens de meia-idade (HASKELL et al., 2007) visto que são inversamente correlacionados com a inflamação crônica (ADAMOPOULOS et al., 2001; BRUUNSGAARD et al., 2004). No presente estudo, verificou-se aumento na força máxima para os grupos TF e TC, e aumento no $VO_{2\text{pico}}$ para o TA e TC, sugerindo que a combinação TA e TF parece proporcionar ganhos de força máxima semelhantes aos verificados no TF, e aumento no $VO_{2\text{pico}}$ similar ao observado no TA em homens de meia-idade. Em estudos realizados com jovens foi verificado “interferência” no desenvolvimento da força quando TF e TA foram associados (HICKSON, 1980; DUDLEY; DJAMIL, 1985; KRAEMER et al., 1995). A frequência semanal e duração da sessão de treinamento utilizados no presente estudo podem explicar, em parte, a ausência presença do efeito de “interferência” no desenvolvimento da força muscular. Quando a frequência semanal e

duração da sessão de treinamento são altas (6x/sem., > 1h) (HICKSON, 1980; DUDLEY; DJAMIL, 1985) observa-se uma redução na força máxima como resultado de uma fadiga residual do sistema neuromuscular. Sucessivas sessões de TF e TA podem promover baixos níveis de glicogênio muscular, o que poderia diminuir ou prejudicar desempenhos subseqüentes, principalmente em indivíduos não treinados por apresentarem menores reservas energéticas. Por outro lado, quando a frequência e duração do treinamento é baixa (3x/sem., <1h), pode haver um efeito sinérgico de uma força conjunta entre o TA e TF, ambos contribuindo para aumento da força máxima,

Diversos marcadores convencionais como perfil lipídico juntamente com novos marcadores inflamatórios sistêmicos relacionados ao sistema imunológico têm sido utilizados no prognóstico para o risco de doenças crônicas (PEARSON et al., 2003). Dentre esses biomarcadores destacam-se a IL-6, TNF- α e PCR (STEWART et al., 2007; DONGES et al., 2010; PHILLIPS et al., 2010). Em particular, a IL-6 é uma citocina multifuncional que desempenha um papel de extrema importância na regulação imune e inflamação (PETERSEN; PEDERSEN, 2005). A IL-6 aumenta exponencialmente durante e após o exercício, estando relacionada à intensidade, duração e quantidade de massa muscular recrutada (PETERSEN; PEDERSEN, 2005). Esse aumento pode ser de até 20x as concentrações plasmáticas após 3h de exercício dinâmico (extensão dos joelhos) moderado (113-122 bpm) (FISCHER et al., 2004). Os aumentos de seus níveis basais durante o envelhecimento apresentam grande relação com doenças cardiovasculares, osteoporose, artrite reumatóide, diabetes tipo II e doença de Alzheimer (PETERSEN; PEDERSEN, 2005). Além disso, estudos mostram relação da IL-6 com a fragilidade, diminuição da capacidade funcional, podendo ser utilizada como um indicador de futuras incapacidades em idosos (PENNINX et al., 2004). No presente estudo, não foram observadas reduções significantes das concentrações basais de IL-6 após 16 semanas de treinamento, independente do tipo de exercício realizado. Entretanto, Prestes et al. (2009) realizaram 16 semanas de treinamento de força periodizado em idosos, e observaram redução após o período experimental. O mesmo foi verificado por Ortega et al. (2010) após 8 meses de exercícios aquáticos realizados por pacientes com fibromialgia. Os valores das concentrações basais de IL-6 dessas investigações (PRESTES et al., 2009; ORTEGA et al., 2010), apresentavam-se bem maiores que os do presente estudo, que por sua vez, apresentou valores similares aos de corredores idosos com média de 23 anos de prática de TA (ARAI et al., 2006),

Assim, pode ser que as respostas ao treinamento físico sejam mais robustas e fáceis de detectar, em indivíduos com patologias e/ou com elevados níveis basais desses marcadores inflamatórios (ADAMOPOULOS et al., 2001; CASTELLANO et al., 2008; ORTEGA et al., 2010),

O TNF- α , é a primeira citocina produzida pela cascata inflamatória e está diretamente relacionada a prejuízos na sinalização da insulina, consequentemente, captação de glicose (PETERSEN; PEDERSEN, 2005), Existe grande relação entre os níveis de TNF- α circulantes e a resistência à insulina durante o envelhecimento (BRUUNSGAARD et al., 2004), Além disso, o TNF- α é relacionado ao desenvolvimento de aterosclerose (PETERSEN; PEDERSEN, 2005), e sarcopenia em idosos (PHILLIPS et al., 2010), Greiwe et al, (2001) demonstraram que a redução do TNF- α pode contribuir para os ganhos de força muscular, visto que houve diminuição significativa no RNAm do TNF- α no músculo esquelético após realização de TF, e ainda correlação inversa com a força muscular, Entretanto, nenhuns dos diferentes regimes de treinamento do presente estudo, promoveram reduções significantes no TNF- α , o que também tem sido evidenciado em diversas pesquisas (CONRAADS et al., 2002; STEWART et al., 2007; PRESTES et al., 2009; BEAVERS et al., 2010),

A PCR assim como a IL-6 e o TNF- α , são mais elevados em obesos em relação a não-obesos, Com a redução de gordura corporal, principalmente a visceral observa-se uma diminuição no status da inflamação pela redução desses biomarcadores (SELVIN et al., 2007), Entretanto, poucos estudos têm demonstrado reduções na linha de base da PCR somente com o treinamento (OLSON et al., 2007; STEWART et al., 2007), Por outro lado, os estudos que não verificaram reduções na PCR (CONRAADS et al., 2002; NICKLAS et al., 2008; ASTENGO et al., 2010; BEAVERS et al., 2010), parecem estar associados ao fato de não serem supervisionados, bem como não apresentarem progressão na carga de treinamento, Essa foi uma preocupação do presente estudo, uma vez que a intensidade do treinamento foi monitorada em todas as sessões, e a progressão da carga de treinamento realizada ao longo do estudo, No entanto, mesmo com esses cuidados, não foram observadas reduções nos níveis de PCR,

É conhecido que a PCR possui uma resposta de fase aguda após o exercício físico, podendo manter seus níveis elevados por vários dias (KASAPIS; THOMPSON, 2005), Sugere-se que programas de treinamento com elevada frequência semanal (6x/semana) e alta intensidade (100% de 1-RM) pode ser um fator estressante a ponto de resultar em valores aumentados de PCR por vários dias em homens saudáveis (DE SALLES et al., 2010), Assim, mesmo o presente

estudo apresentando intensidade e frequência semanal inferiores aos reportados por De Salles et al, (2010), pode ter ocasionado aumentos na PCR, Dessa forma, pode ser que o intervalo entre a última sessão de treinamento e a coleta de sangue (7 dias) do presente estudo, tenha sido relativamente curto para alguns indivíduos, por esses apresentarem menor resposta antiinflamatória ao exercício físico, Entretanto, esse intervalo foi consideravelmente superior a outros estudos que apresentaram reduções nesses marcadores inflamatórios (OLSON et al., 2007; NICKLAS et al., 2008; DONGES et al., 2010; ORTEGA et al., 2010), Além disso, a variabilidade individual do presente estudo poderia explicar em partes, o fato de não terem sido observadas diferenças estatísticas,

O período de intervenção de TF, TA e TC do presente estudo (16 semanas) pode ser apontado como relativamente pequeno para se evidenciar alterações nas linhas de base de marcadores inflamatórios sistêmicos, visto que estudos com períodos maiores de treinamento (48 semanas) demonstraram reduções, Entretanto, estudos com diferentes períodos de intervenção têm apresentado resultados discrepantes, Períodos relativamente curtos (10-12 semanas) apresentaram reduções na PCR, TNF- α , IL-6 (ADAMOPOULOS et al., 2001; DONGES et al., 2010; PHILLIPS et al., 2010), Por outro lado, programas longos de TF (1 ano) (OLSON et al., 2007), TA (NICKLAS et al., 2004) (18 meses) e TC (1 ano) (BEAVERS et al., 2010) não apresentaram alterações nesses biomarcadores, em diferentes populações, Assim, especula-se que intervenções com exercícios físicos que apresentem reduções na massa corporal sejam mais efetivos para redução da inflamação sistêmica,

Em revisão sistemática, foi verificado que para cada 1 kg de massa corporal reduzida, independente da região do corpo que ocorra, observa-se uma diminuição de 0,13 mg·L⁻¹ de PCR (SELVIN et al., 2007), Portanto, sugere-se que longos períodos de treinamento físico (> 20 semanas) sejam efetivos para reduzir o IMC (WILMORE et al., 1999), Entretanto, recentemente foi demonstrado que 1 ano de treinamento físico, que associavam exercícios aeróbios, de força muscular e flexibilidade, não promoveu modificações na massa corporal e provavelmente como consequência, não alteraram a PCR e o TNF- α (BEAVERS et al., 2010), Dessa forma, pode ser que intervenções com exercícios físicos diminuam a inflamação crônica somente concomitantemente a redução da massa corporal,

CONCLUSÕES

Podemos concluir que 16 semanas de treinamento de força, aeróbio e concorrente, não afetam baixos e moderados níveis de IL-6, TNF- α e PCR em homens de meia-idade saudáveis. O treinamento concorrente com mesma frequência semanal e duração da sessão que os treinamentos de força e aeróbio isolados, foi efetivo tanto para o aumento da força máxima como o consumo de oxigênio pico, além de promover melhora no perfil lipídico,

REFERÊNCIAS

ACSM, American College of Sports Medicine Position Stand, The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults, **Med Sci Sports Exerc**, v, 30, n, 6, p, 975-91, 1998,

_____, American College of Sports Medicine position stand, Progression models in resistance training for healthy adults, **Med Sci Sports Exerc**, v, 41, n, 3, p, 687-708, 2009,

ADAMOPOULOS, S, et al, Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure, **Eur Heart J**, v, 22, n, 9, p, 791-7, 2001,

ARAI, M, H.; DUARTE, A, J.; NATALE, V, M, The effects of long-term endurance training on the immune and endocrine systems of elderly men: the role of cytokines and anabolic hormones, **Immun Ageing**, v, 3, p, 9, 2006,

ARSENAULT, B, J, et al, Body composition, cardiorespiratory fitness, and low-grade inflammation in middle-aged men and women, **Am J Cardiol**, v, 104, n, 2, p, 240-6, 2009,

ASTENGO, M, et al, Physical training after percutaneous coronary intervention in patients with stable angina: effects on working capacity, metabolism, and markers of inflammation, **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v, 17, n, 3, p, 349-54, 2010,

BEAVERS, K, M.; BRINKLEY, T, E.; NICKLAS, B, J, Effect of exercise training on chronic inflammation, **Clin Chim Acta**, v, 411, n, 11-12, p, 785-93, 2010,

BRUUNSGAARD, H, et al, Muscle strength after resistance training is inversely correlated with baseline levels of soluble tumor necrosis factor receptors in the oldest old, **J Am Geriatr Soc**, v, 52, n, 2, p, 237-41, 2004,

CARTIER, A, et al, Age-related differences in inflammatory markers in men: contribution of visceral adiposity, **Metabolism**, v, 58, n, 10, p, 1452-8, 2009,

CASTELLANO, V.; PATEL, D, I.; WHITE, L, J, Cytokine responses to acute and chronic exercise in multiple sclerosis, **J Appl Physiol**, v, 104, n, 6, p, 1697-702, 2008,

CONRAADS, V, M, et al, Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease, **Eur Heart J**, v, 23, n, 23, p, 1854-60, 2002,

DE SALLES, B, F, et al, Effects of resistance training on cytokines, **Int J Sports Med**, v, 31, n, 7, p, 441-50, 2010,

DONGES, C, E,; DUFFIELD, R,; DRINKWATER, E, J, Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition, **Med Sci Sports Exerc**, v, 42, n, 2, p, 304-13, 2010,

DUDLEY, G, A,; DJAMIL, R, Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise, **J Appl Physiol**, v, 59, n, 5, p, 1446-51, 1985,

EXECUTIVE SUMMARY OF THE THIRD REPORT OF THE NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP) EXPERT PANEL ON DETECTION, E., AND TREATMENT OF HIGH BLOOD CHOLESTEROL IN ADULTS (ADULT TREATMENT PANEL III), **Jama**, v, 285, n, 19, p, 2486-97, 2001,

FISCHER, C, P, et al, Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle, **J Physiol**, v, 558, n, Pt 2, p, 633-45, 2004,

FLORINDO, A, A,; LATORRE, M, R, D, O, Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v, 9, n, 3, p, 121-128, 2003,

FRIEDEWALD, W, T,; LEVY, R, I,; FREDRICKSON, D, S, Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge, **Clin Chem**, v, 18, n, 6, p, 499-502, 1972,

GOLDHAMMER, E, et al, Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients, **Int J Cardiol**, v, 100, n, 1, p, 93-9, 2005,

GREIWE, J, S, et al, Resistance exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor alpha in frail elderly humans, **Faseb J**, v, 15, n, 2, p, 475-82, 2001,

HAMMETT, C, J, et al, Effect of six months' exercise training on C-reactive protein levels in healthy elderly subjects, **J Am Coll Cardiol**, v, 44, n, 12, p, 2411-3, 2004,

HEUBERT, R, A, et al, Effect of a previous sprint on the parameters of the work-time to exhaustion relationship in high intensity cycling, **Int J Sports Med**, v, 26, n, 7, p, 583-92, 2005,

HICKSON, R, C, Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance, **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v, 45, n, 2-3, p, 255-63, 1980,

HOWLEY, E, T,; BASSETT, D, R, JR,; WELCH, H, G, Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary, **Med Sci Sports Exerc**, v, 27, n, 9, p, 1292-301, 1995,

JONES, A, M.; DOUST, J, H, A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running, **J Sports Sci**, v, 14, n, 4, p, 321-7, 1996,

KASAPIS, C.; THOMPSON, P, D, The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review, **J Am Coll Cardiol**, v, 45, n, 10, p, 1563-9, 2005,

KHOT, U, N, et al, Prevalence of conventional risk factors in patients with coronary heart disease, **Jama**, v, 290, n, 7, p, 898-904, 2003,

KRAEMER, W, J, et al, Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations, **J Appl Physiol**, v, 78, n, 3, p, 976-89, 1995,

MCLELLAN, T, M, Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods, **Int J Sports Med**, v, 6, n, 1, p, 30-5, 1985,

MOHAMED-ALI, V.; PINKNEY, J, H.; COPPACK, S, W, Adipose tissue as an endocrine and paracrine organ, **International Journal of Obesity**, v, 22, n, 12, p, 1145-1158, 1998,

NICKLAS, B, J, et al, Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial, **Am J Clin Nutr**, v, 79, n, 4, p, 544-51, 2004,

OLSON, T, P, et al, Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women, **Int J Obes (Lond)**, v, 31, n, 6, p, 996-1003, 2007,

ORTEGA, E, et al, Aquatic exercise improves the monocyte pro- and anti-inflammatory cytokine production balance in fibromyalgia patients, **Scand J Med Sci Sports**, 2010,

PEARSON, T, A, et al, Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association, **Circulation**, v, 107, n, 3, p, 499-511, 2003,

PENNINX, B, W, et al, Inflammatory markers and incident mobility limitation in the elderly, **J Am Geriatr Soc**, v, 52, n, 7, p, 1105-13, 2004,

PETERSEN, A, M.; PEDERSEN, B, K, The anti-inflammatory effect of exercise, **J Appl Physiol**, v, 98, n, 4, p, 1154-62, 2005,

PHILLIPS, M, D, et al, Resistance training at eight-repetition maximum reduces the inflammatory milieu in elderly women, **Med Sci Sports Exerc**, v, 42, n, 2, p, 314-25, 2010,

PRABHAKARAN, B, et al, Effect of 14 weeks of resistance training on lipid profile and body fat percentage in premenopausal women, **Br J Sports Med**, v, 33, n, 3, p, 190-5, 1999,

PRESTES, J, et al, Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women, **J Sports Sci**, v, 27, n, 14, p, 1607-15, 2009,

RINKUNIENE, E, et al, [Prevalence of conventional risk factors in patients with coronary heart disease], **Medicina (Kaunas)**, v, 45, n, 2, p, 140-6, 2009,

SELVIN, E.; PAYNTER, N, P.; ERLINGER, T, P, The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review, **Arch Intern Med**, v, 167, n, 1, p, 31-9, 2007,

STEWART, L, K, et al, The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein, **Med Sci Sports Exerc**, v, 39, n, 10, p, 1714-9, 2007,

THOMPSON, D, et al, Time course of changes in inflammatory markers during a 6-mo exercise intervention in sedentary middle-aged men: a randomized-controlled trial, **J Appl Physiol**, v, 108, n, 4, p, 769-79, 2010,

VERNEY, J, et al, Combined lower body endurance and upper body resistance training improves performance and health parameters in healthy active elderly, **Eur J Appl Physiol**, v, 97, n, 3, p, 288-97, 2006,

WASSERMAN, K.; MCILROY, M, B, Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients During Exercise, **Am J Cardiol**, v, 14, p, 844-52, 1964,

WASSERMAN, K, et al, Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise, **J Appl Physiol**, v, 35, n, 2, p, 236-43, 1973,

WHITE, L, J.; CASTELLANO, V.; MC COY, S, C, Cytokine responses to resistance training in people with multiple sclerosis, **J Sports Sci**, v, 24, n, 8, p, 911-4, 2006,

WILMORE, J, H, et al, Alterations in body weight and composition consequent to 20 wk of endurance training: the HERITAGE Family Study, **Am J Clin Nutr**, v, 70, n, 3, p, 346-52, 1999,

4 CONCLUSÕES

Podemos concluir que 16 semanas de treinamento de TF, TA e TC, não afetam baixos e moderados níveis de IL-6, TNF- α e PCR em homens de meia-idade saudáveis. Com tudo, o TC promove aumento na força máxima similar ao TF, bem como aumento no limiar ventilatório e $\text{VO}_{2\text{pico}}$ semelhante ao TA durante esse período de intervenção,

5 REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 6, p. 975-91, 1998.

_____. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

ADAMOPOULOS, S. et al. Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. **Eur Heart J**, v. 22, n. 9, p. 791-7, 2001.

ARAI, M. H.; DUARTE, A. J.; NATALE, V. M. The effects of long-term endurance training on the immune and endocrine systems of elderly men: the role of cytokines and anabolic hormones. **Immun Ageing**, v. 3, p. 9, 2006.

ARSENAULT, B. J. et al. Body composition, cardiorespiratory fitness, and low-grade inflammation in middle-aged men and women. **Am J Cardiol**, v. 104, n. 2, p. 240-6, 2009.

ASTENGO, M. et al. Physical training after percutaneous coronary intervention in patients with stable angina: effects on working capacity, metabolism, and markers of inflammation. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v. 17, n. 3, p. 349-54, 2010.

BALABINIS, C. P. et al. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 2, p. 393-401, 2003.

BARTLETT, J. D. et al. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: Implications for exercise adherence. **J Sports Sci**, v. 29, n. 6, p. 547-53, 2011.

BAUTMANS, I. et al. Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly. **Gerontology**, v. 51, n. 4, p. 253-65, 2005.

BEAVERS, K. M.; BRINKLEY, T. E.; NICKLAS, B. J. Effect of exercise training on chronic inflammation. **Clin Chim Acta**, v. 411, n. 11-12, p. 785-93, 2010.

BOLSTER, D. R. et al. AMP-activated protein kinase suppresses protein synthesis in rat skeletal muscle through down-regulated mammalian target of rapamycin (mTOR) signaling. **J Biol Chem**, v. 277, n. 27, p. 23977-80, 2002.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 4, p. 1-21, 2001.

BRUUNSGAARD, H. et al. Muscle strength after resistance training is inversely correlated with baseline levels of soluble tumor necrosis factor receptors in the oldest old. **J Am Geriatr Soc**, v. 52, n. 2, p. 237-41, 2004.

- CADORE, E. L. et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 10, p. 689-97, 2010.
- CARTIER, A. et al. Age-related differences in inflammatory markers in men: contribution of visceral adiposity. **Metabolism**, v. 58, n. 10, p. 1452-8, 2009.
- CASTELLANO, V.; PATEL, D. I.; WHITE, L. J. Cytokine responses to acute and chronic exercise in multiple sclerosis. **J Appl Physiol**, v. 104, n. 6, p. 1697-702, 2008.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, 2009.
- CONRAADS, V. M. et al. Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. **Eur Heart J**, v. 23, n. 23, p. 1854-60, 2002.
- COSTILL, D. L. et al. Muscle glycogen utilization during prolonged exercise on successive days. **J Appl Physiol**, v. 31, n. 6, p. 834-8, 1971.
- CREER, A. et al. Influence of muscle glycogen availability on ERK1/2 and Akt signaling after resistance exercise in human skeletal muscle. **J Appl Physiol**, v. 99, n. 3, p. 950-6, 2005.
- DE SALLES, B. F. et al. Effects of resistance training on cytokines. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 7, p. 441-50, 2010.
- DOCHERTY, D.; SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Med**, v. 30, n. 6, p. 385-94, 2000.
- DONGES, C. E.; DUFFIELD, R.; DRINKWATER, E. J. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 2, p. 304-13, 2010.
- DUDLEY, G. A.; DJAMIL, R. Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. **J Appl Physiol**, v. 59, n. 5, p. 1446-51, 1985.
- DUDLEY, G. A.; FLECK, S. J. Strength and endurance training. Are they mutually exclusive? **Sports Med**, v. 4, n. 2, p. 79-85, 1987.
- EXECUTIVE SUMMARY OF THE THIRD REPORT OF THE NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP) EXPERT PANEL ON DETECTION, E., AND TREATMENT OF HIGH BLOOD CHOLESTEROL IN ADULTS (ADULT TREATMENT PANEL III). **Jama**, v. 285, n. 19, p. 2486-97, 2001.
- FERREIRA, F. C. et al. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 35, n. 2, p. 163-71, 2010.

FISCHER, C. P. et al. Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. **J Physiol**, v. 558, n. Pt 2, p. 633-45, 2004.

FLORINDO, A. A.; LATORRE, M. R. D. O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 3, p. 121-128, 2003.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin Chem**, v. 18, n. 6, p. 499-502, 1972.

GLOWACKI, S. P. et al. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 12, p. 2119-27, 2004.

GOLDHAMMER, E. et al. Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. **Int J Cardiol**, v. 100, n. 1, p. 93-9, 2005.

GREIWE, J. S. et al. Resistance exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor alpha in frail elderly humans. **Faseb J**, v. 15, n. 2, p. 475-82, 2001.

HAMMETT, C. J. et al. Effect of six months' exercise training on C-reactive protein levels in healthy elderly subjects. **J Am Coll Cardiol**, v. 44, n. 12, p. 2411-3, 2004.

HARDIE, D. G.; SAKAMOTO, K. AMPK: a key sensor of fuel and energy status in skeletal muscle. **Physiology (Bethesda)**, v. 21, p. 48-60, 2006.

HASKELL, W. L. et al. 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**, v. 39, n. 8, p. 1423-34, 2007.

HEUBERT, R. A. et al. Effect of a previous sprint on the parameters of the work-time to exhaustion relationship in high intensity cycling. **Int J Sports Med**, v. 26, n. 7, p. 583-92, 2005.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 45, n. 2-3, p. 255-63, 1980.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R., JR.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 9, p. 1292-301, 1995.

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med**, v. 34, n. 5, p. 329-48, 2004.

IZQUIERDO, M. et al. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. **Eur J Appl Physiol**, v. 94, n. 1-2, p. 70-5, 2005.

_____. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 3, p. 435-43, 2004.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **J Sports Sci**, v. 14, n. 4, p. 321-7, 1996.

KASAPIS, C.; THOMPSON, P. D. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. **J Am Coll Cardiol**, v. 45, n. 10, p. 1563-9, 2005.

KHOT, U. N. et al. Prevalence of conventional risk factors in patients with coronary heart disease. **Jama**, v. 290, n. 7, p. 898-904, 2003.

KOSTKA, T. et al. Aerobic and anaerobic power in relation to age and physical activity in 354 men aged 20-88 years. **Int J Sports Med**, v. 30, n. 3, p. 225-30, 2009.

KRAEMER, W. J. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J Appl Physiol**, v. 78, n. 3, p. 976-89, 1995.

LARSEN, A. I. et al. Effect of aerobic exercise training on plasma levels of tumor necrosis factor alpha in patients with heart failure. **Am J Cardiol**, v. 88, n. 7, p. 805-8, 2001.

LEVERITT, M. et al. Concurrent strength and endurance training. A review. **Sports Med**, v. 28, n. 6, p. 413-27, 1999.

MARX, J. O. et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 4, p. 635-43, 2001.

MCCARTHY, J. P. et al. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 3, p. 429-36, 1995.

MCLELLAN, T. M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **Int J Sports Med**, v. 6, n. 1, p. 30-5, 1985.

MOHAMED-ALI, V.; PINKNEY, J. H.; COPPACK, S. W. Adipose tissue as an endocrine and paracrine organ. **International Journal of Obesity**, v. 22, n. 12, p. 1145-1158, 1998.

NELSON, A. G. et al. Consequences of combining strength and endurance training regimens. **Phys Ther**, v. 70, n. 5, p. 287-94, 1990.

NICKLAS, B. J. et al. Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. **Am J Clin Nutr**, v. 79, n. 4, p. 544-51, 2004.

_____. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. **J Am Geriatr Soc**, v. 56, n. 11, p. 2045-52, 2008.

OLSON, T. P. et al. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. **Int J Obes (Lond)**, v. 31, n. 6, p. 996-1003, 2007.

ORTEGA, E. et al. Aquatic exercise improves the monocyte pro- and anti-inflammatory cytokine production balance in fibromyalgia patients. **Scand J Med Sci Sports**, 2010.

PARDINI, R. et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 45-51, 2001.

PEARSON, T. A. et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. **Circulation**, v. 107, n. 3, p. 499-511, 2003.

PENNINX, B. W. et al. Inflammatory markers and incident mobility limitation in the elderly. **J Am Geriatr Soc**, v. 52, n. 7, p. 1105-13, 2004.

PETERSEN, A. M.; PEDERSEN, B. K. The anti-inflammatory effect of exercise. **J Appl Physiol**, v. 98, n. 4, p. 1154-62, 2005.

PHILLIPS, M. D. et al. Resistance training at eight-repetition maximum reduces the inflammatory milieu in elderly women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 2, p. 314-25, 2010.

PRABHAKARAN, B. et al. Effect of 14 weeks of resistance training on lipid profile and body fat percentage in premenopausal women. **Br J Sports Med**, v. 33, n. 3, p. 190-5, 1999.

PRESTES, J. et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. **J Sports Sci**, v. 27, n. 14, p. 1607-15, 2009.

RINKUNIENE, E. et al. [Prevalence of conventional risk factors in patients with coronary heart disease]. **Medicina (Kaunas)**, v. 45, n. 2, p. 140-6, 2009.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 20, n. 5 Suppl, p. S135-45, 1988.

SELVIN, E.; PAYNTER, N. P.; ERLINGER, T. P. The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review. **Arch Intern Med**, v. 167, n. 1, p. 31-9, 2007.

SILLANPAA, E. et al. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40-65-year-old men. **Scand J Med Sci Sports**, v. 19, n. 6, p. 885-95, 2009.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-91; discussion 480, 492, 1993.

- SLAUGHTER, M. H. et al. Influence of maturation on relationship of skinfolds to body density: a cross-sectional study. **Hum Biol**, v. 56, n. 4, p. 681-9, 1984.
- STEWART, L. K. et al. The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 10, p. 1714-9, 2007.
- TESCH, P. A.; KOMI, P. V.; HAKKINEN, K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. **Int J Sports Med**, v. 8 Suppl 1, p. 66-9, 1987.
- THOMPSON, D. et al. Time course of changes in inflammatory markers during a 6-mo exercise intervention in sedentary middle-aged men: a randomized-controlled trial. **J Appl Physiol**, v. 108, n. 4, p. 769-79, 2010.
- VERNEY, J. et al. Combined lower body endurance and upper body resistance training improves performance and health parameters in healthy active elderly. **Eur J Appl Physiol**, v. 97, n. 3, p. 288-97, 2006.
- WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients During Exercise. **Am J Cardiol**, v. 14, p. 844-52, 1964.
- WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; DAVIS, J. A. Respiratory physiology of exercise: metabolism, gas exchange, and ventilatory control. **Int Rev Physiol**, v. 23, p. 149-211, 1981.
- WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**, v. 35, n. 2, p. 236-43, 1973.
- WHITE, L. J.; CASTELLANO, V.; MC COY, S. C. Cytokine responses to resistance training in people with multiple sclerosis. **J Sports Sci**, v. 24, n. 8, p. 911-4, 2006.
- WILMORE, J. H. et al. Alterations in body weight and composition consequent to 20 wk of endurance training: the HERITAGE Family Study. **Am J Clin Nutr**, v. 70, n. 3, p. 346-52, 1999.

APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

PROJETO DE PESQUISA: *TREINAMENTO FÍSICO: BENEFÍCIOS A SAÚDE DE HOMENS ADULTOS ENVELHECENDO*, ADAPTAÇÕES ORGÂNICAS EM RESPOSTA A DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO EM HOMENS COM IDADES SUPERIORES A 40 ANOS: TREINABILIDADE E FUNCIONALIDADE

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Profa, Dra, Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: Faculdade de Educação Física/ Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP,

Eu, _____, ____ anos de idade, RG _____, residente à Rua (Av.) _____, voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado, que será detalhado a seguir, e sabendo que para sua realização as despesas monetárias serão de responsabilidade da instituição,

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva verificar o efeito de diferentes tipos de treinamento físico, do qual farei parte de um dos grupos. O projeto segue toda as exigências que compõem a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre regulamentação em pesquisas em seres humanos. Estou ciente de que serei submetido a uma série de avaliações funcionais não invasivas (sem a utilização de drogas medicamentosas ou de procedimentos invasivos), nas dependências do Hospital das Clínicas da Unicamp (Avaliação Cardiológica de repouso e ergometria; Densidade Mineral Óssea; Hipertrofia Muscular (Ressonância Magnética); e bioquímico sanguíneo para a determinação do perfil lipídico e hormonal: testosterona e GH) e urina; e nas dependências do Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP (avaliação da composição corporal pelo método de dobras cutâneas, da capacidade aeróbia, da flexibilidade; e de indicadores de Força Muscular). Também fui informado que os testes e exames que realizarei, ocasionam o mínimo incomodo e não trazem risco para minha integridade física, sendo que poderei abandonar o projeto a qualquer momento,

Estou ciente de que estes testes serão realizados nas fases pré, durante e após o programa de treinamento, o que despenderá uma certa quantidade de horas,

Com referência aos programas de treinamento que terão duração de 16 semanas, constarão de exercícios físicos específicos com prescrição individualizada de acordo com as respostas as avaliações iniciais, em 3 sessões e com a duração de aproximadamente 60 minutos cada. Este treinamento será realizado nas dependências da Faculdade de Educação Física da Unicamp, sendo devidamente orientado, tanto em relação aos benefícios como em relação aos sinais, sintomas e manifestações de intolerância ao esforço que poderei ou não apresentar,

Os benefícios que obterei com tal programa de treinamento incluem de uma maneira geral a melhora do meu desempenho físico, que também poderá contribuir substancialmente ao meu estado geral de saúde,

Estou ciente ainda, de que, as informações obtidas durante as avaliações laboratoriais e sessões de exercícios do programa de treinamento serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida autorização. As informações assim obtidas,

no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada,

Li e entendi as informações precedentes, sendo que eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, onde as dúvidas futuras que possam vir a ocorrer poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados,

Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, prosseguir com o programa até a sua finalização, visando além dos benefícios físicos a serem obtidos com o treinamento, colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto,

Campinas, ____ de _____ de 200_ ,

Sr, Voluntário

Profa, Dra, Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
Responsável pelo projeto – f, (19) 35216625

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Caixa Postal 6111
13083-970 Campinas, SP
Fone: (019) 3521-8936
Fax: (019) 3521-8925
cep@fcm.unicamp.br

ANEXO A : Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



CEP, 23/01/07.
(PARECER PROJETO: Nº 250/2003)

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

PARECER

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "ANÁLISE DAS ADAPTAÇÕES ORGÂNICAS AO TREINAMENTO FÍSICO EM HOMENS SAUDÁVEIS DE MEIA IDADE EM RESPOSTA A UMA SEQUÊNCIA FIXA DE EXECUÇÃO DURANTE A SESSÃO DE TREINO: EXERCÍCIOS AERÓBIOS E EXERCÍCIOS DE RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA"

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

II - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP tomou ciência e aprovou o Adendo que inclui o projeto intitulado "ADAPTAÇÕES ORGÂNICAS EM RESPOSTA A DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO EM HOMENS COM IDADES SUPERIORES A 40 ANOS: TREINABILIDADE E FUNCIONALIDADE", referente ao protocolo de pesquisa supracitado.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

Homologado na I Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 23 de janeiro de 2007.


Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 23/01/07.

(PARECER PROJETO: Nº 251/2003)

PARECER

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "ESTUDO DAS ADAPTAÇÕES MORFOFUNCIONAIS EM HOMENS SAUDÁVEIS DE MEIA IDADE UTILIZANDO-SE UMA SEQUÊNCIA FIXA DE EXECUÇÃO DO TIPO DE EXERCÍCIO DURANTE A SESSÃO DE TREINO: EXERCÍCIOS DE RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA E EXERCÍCIOS AERÓBIOS"

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

II - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP tomou ciência e aprovou o Adendo que inclui o projeto intitulado "TREINAMENTO FÍSICO: BENEFÍCIOS A SAÚDE DE HOMENS ADULTOS ENVELHECENDO", referente ao protocolo de pesquisa supracitado.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

Homologado na I Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 23 de janeiro de 2007.


Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br