

MARCOS GONÇALVES DE SANTANA

**O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS DETECTA
MUDANÇAS NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE
IDOSOS SAUDÁVEIS, APÓS UM PROGRAMA DE
EXERCÍCIOS AERÓBIO, RESISTIDO E COMBINADO?**

Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Ciências.

São Paulo

2010

MARCOS GONÇALVES DE SANTANA

**O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS DETECTA
MUDANÇAS NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE
IDOSOS SAUDÁVEIS, APÓS UM PROGRAMA DE
EXERCÍCIOS AERÓBIO, RESISTIDO E COMBINADO?**

Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

São Paulo

2010

Santana, Marcos Gonçalves de

O teste de caminhada de seis minutos detecta mudanças na aptidão cardiorrespiratória de idosos saudáveis, após um programa de exercícios aeróbio, resistido e combinado?/ Marcos Gonçalves de Santana. -- São Paulo, 2010.
xix, 67f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Nutrição.

Can the six-minute walk test detecting changes on the cardiorespiratory fitness in health elderly after aerobic, resistance and combined exercise?

1. Envelhecimento. 2. Treinamento Físico. 3. Consumo de Oxigênio. 4. Idosos. 5. Teste de Caminhada de Seis Minutos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Nutrição: Prof. Dr. Mauro Batista
de Moraes.

MARCOS GONÇALVES DE SANTANA

**O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS DETECTA
MUDANÇAS NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE
IDOSOS SAUDÁVEIS, APÓS UM PROGRAMA DE
EXERCÍCIOS AERÓBIO, RESISTIDO E COMBINADO?**

Presidente da Banca: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Banca Examinadora

Prof. Dr. Claudio Andre Barbosa de Lira

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Prof. Dr. Ronaldo Vagner Thomatieli dos Santos

Prof. Dra. Sandra Marcela Mahecha Matsudo

Aprovada em: ____/____/2010

DEDICATÓRIA

À minha querida Mãe, Adeliomar Neves de Santana (*in memorian*), pelos seus exemplos de dedicação, de humildade e de amor incondicional.

Ao meu querido Pai, João Aparecido Gonçalves (*in memorian*), pelos seus exemplos de determinação e de superação diante das dificuldades transitórias da vida.

À minha querida esposa, Giselle Soares Passos, pelo seu amor, o seu carinho e o seu incentivo em todos os momentos da realização deste trabalho. A sua eterna confiança no futuro me faz sempre encarar novos desafios, e os seus "encantados" sonhos me fazem constantemente buscar a felicidade. A minha Vitória é a sua e a sua Vitória é a minha.

Ao meu amigo, “irmão”, “pai” e orientador, o Prof. Dr. Marco Túlio de Mello, pelos inúmeros momentos em que estivemos juntos, os quais foram muito importantes para mim. Aprendi muito! Com o amigo Túlio confirmei as minhas convicções de que a amizade é sem dúvida uma das maiores conquistas da nossa vida. Com o Túlio “irmão”, aprendi como é bom ter alguém para compartilhar nossas conquistas! Com o Túlio “pai” tive o apoio nos momentos em que tudo parecia perdido. Com o Prof. Dr. Marco Túlio de Mello aprendi que não devemos deixar passar as oportunidades, que devemos aproveitar o tempo, e que as nossas conquistas são o fruto de muito trabalho e de dedicação.

Obrigado por tudo!

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial à minha Avó Maria (*in memorian*) e aos meus Tios, Nilson (*in memorian*), Alice e Antônio, por todo carinho, ajuda e incentivo;

Ao meu sogro, Juvenal Milton, e à minha sogra, Maria Aparecida, por terem me acolhido como um “filho” na minha nova família;

Às minhas cunhadas, Lúgia e Aline, e ao meu cunhado, Leonardo, por toda atenção e carinho;

A todos idosos que participaram deste estudo, pela sua dedicação e pelos momentos de descontração e de alegria;

Aos amigos de projeto, Rita, Valter e Viviane, pelo seu carinho e pela sua amizade nestes últimos anos;

Aos amigos e estagiários, Alan e Cristina, pela amizade construída e pela sua incansável dedicação ao projeto;

Aos amigos, Carlos André, Dimas e à equipe de médicos do Departamento de Geriatria da UNIFESP, pela triagem clínica e cardiológica dos voluntários;

Aos amigos e Professores, Claudio Andre Barbosa de Lira, Linda Massako Ueno, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Ronaldo Vagner Thomatieli dos Santos, Sandra Marcela Mahecha Matsudo e Sionaldo Eduardo Ferreira, por terem aceito o convite para participar na minha banca de Doutorado;

Aos amigos e Professores do Departamento de Educação Física, Cátia, Chayster, Edney, Keila, Lilian, Paulo e Renata, assim como aos demais

funcionários da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, pela boa receptividade na minha volta a Goiás;

Aos amigos do Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE - casinha), Andrea, Andressa, Cibele, Cleide, Heloísa, Ioná, Samantha, Alexandre, Daniel Paulino, Daniel (Vermelho), Danilo, Ernane, Murilo, Valdir, e Vladimir, por tudo o que vivemos e aprendemos juntos;

À Cândida Bernardo (tia Candinha) e à Maria da Glória (Glorinha) pelo carinho de sempre;

Aos amigos do CEPE (laboratório), Carlos Eduardo (Cadu), Cley, Fernando, Ivan, Juliano, Luciana, Marcelo, Shirley e Thiago pela sua ajuda nos procedimentos de coleta de dados;

Aos amigos do Centro de Estudos Multidisciplinar em Sonolência e Acidentes (CEMSA), Adriana, Amanda, Amaury, Antônia, Cristiane (Cris), Renata e Silvio Júnior, pela amizade;

Ao amigo Franco, pelo seu exemplo de dedicação e amizade, sempre presentes no trabalho e nos momentos de descontração;

Ao amigo Silvério, pela sua amizade, seu companheirismo e pelo respeito mútuo que construímos durante nossa estadia na “República da Onze de Junho”;

Ao amigo Luís César, pelos longos diálogos, pelos momentos importantes de reflexão sobre a sociedade em que vivemos e sobre os seres humanos que queremos formar;

Ao amigo Wanderley, pela sua praticidade e por ver nos cálculos matemáticos as soluções dos problemas da vida;

Aos amigos e Professores de Estatística, Leandro, Fernando e Ana Amélia, pela sua ajuda na análise, na interpretação e na representação dos dados deste trabalho.

Aos amigos Sávio e Cristiano, por todo apoio técnico referente aos equipamentos de ergoespirometria, os quais foram essenciais para a realização deste trabalho.

Esta tese foi realizada no Programa de Pós-graduação em Nutrição da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, com o apoio financeiro da Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia (AFIP) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS	viii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xvi
RESUMO.....	xix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo Geral	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Envelhecimento	4
2.1.1 Alterações Fisiológicas Decorrentes do Envelhecimento	4
2.1.2 Envelhecimento e Exercício Físico	6
2.2 Tipos de Exercício Físico	7
2.2.1 Exercício Aeróbio.....	7
2.2.2 Exercício Resistido	8
2.2.3 Exercício Combinado ou Concorrente	9
2.3 Componentes Básicos de um Programa de Exercício Físico	10
2.3.1 Intensidade do Exercício Físico	10
2.3.2 Volume do Exercício Físico	11
2.3.3 Frequência do Exercício Físico.....	12
2.4 Avaliação da Capacidade Cardiorrespiratória.....	13

2.4.1	Teste de Exercício Cardiorrespiratório.....	14
2.4.2	Teste de Caminhada de Seis Minutos	15
3	MÉTODOS	19
3.1	Recrutamento e Seleção Inicial dos Voluntários	19
3.2	Recomendações Pré-avaliação	20
3.3	Avaliações Físicas	20
3.3.1	Antropometria	21
3.3.2	Teste de Exercício Cardiorrespiratório.....	21
3.3.3	Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min)	23
3.3.4	Avaliação da Força Muscular.....	24
3.4	Descrição dos Programas de Exercícios	25
3.4.1	Programa de Exercício Aeróbio	25
3.4.2	Programa de Exercício Resistido.....	26
3.4.3	Programa de Exercício Combinado	26
3.5	Análise Estatística.....	27
4	RESULTADOS.....	28
5	DISCUSSÃO	40
6	CONCLUSÕES	47
7	ANEXOS	48
8	REFERÊNCIAS.....	55

Abstract

Bibliografia Consultada

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos sujeitos antes dos procedimentos experimentais.	20
Tabela 2 - Programa de Exercícios do Grupo Aeróbio.....	25
Tabela 3 - Programa de Exercícios do Grupo Resistido	26
Tabela 4 - Programa de Exercícios do Grupo Combinado.....	27
Tabela 5 - Parâmetros fisiológicos e percentuais de mudanças obtidos no teste de exercício cardiorrespiratório, antes e após 24 semanas de exercício.	30
Tabela 6 - Consumo de oxigênio e frequência cardíaca máxima durante o teste de exercício cardiorrespiratório, antes e após 24 semanas de exercício físico.....	31
Tabela 7 - Dados dos testes de caminhada de seis minutos, realizado na pré-intervenção para avaliar o coeficiente de variação.....	32
Tabela 8 - Coeficiente de variação e desvio padrão dos testes de caminhada de seis minutos, realizados na pré-intervenção.....	32
Tabela 9 - Parâmetros fisiológicos e percentuais de mudanças obtidos no teste de caminhada de seis minutos, antes e após 24 semanas de exercício.....	35
Tabela 10 - Valores absolutos e percentuais de mudança da força muscular, antes e após 24 semanas de exercício - 1 repetição máxima (1RM)	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento do estudo	24
Figura 2 - Delineamento das avaliações e das reavaliações.....	25
Figura 3 - Mudanças relativas no consumo de oxigênio pico	29
Figura 4 - Mudanças relativas na distância da caminhada de seis minutos	33
Figura 5 - Mudanças relativas no consumo de oxigênio no final do teste de caminhada de seis minutos	34
Figura 6- Mudanças relativas no custo de oxigênio durante o teste de caminhada de seis minutos	37
Figura 7 - Resposta do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca durante o teste de caminhada de seis minutos.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ACCP	American College of Chest Physicians
ACSM	American College of Sports Medicine
AFIP	Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia
ATS	American Thoracic Society
bpm	Batimento por minuto
CEPE	Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício
CO ₂	Dióxido de carbono
CV	Coeficiente de variação
DP	Desvio padrão
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência cardíaca
FCmax	Frequência cardíaca máxima
FCrepouso	Frequência cardíaca de repouso
FCreserva	Frequência cardíaca de reserva
GA	Grupo Aeróbio
GAR	Grupo Combinado
GC	Grupo Controle
GR	Grupo Resistido
H ⁺	Íon hidrogênio
H ₂ CO ₃	Ácido carbônico
H ₂ O	Água
HCO ₃ ⁻	Íon bicarbonato

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de massa corporal
LA	Limiar anaeróbio
LV	Limiar ventilatório
MET	Equivalente metabólico
O ₂	Oxigênio
PEFCO ₂	Pressão expiratória final de dióxido de carbono
PEFO ₂	Pressão expiratória final de oxigênio
TC	Teste de caminhada
TC6min	Teste de caminhada de seis minutos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TECR	Teste de exercício cardiorrespiratório
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
$\dot{V} \text{ CO}_2$	Produção de dióxido de carbono
$\dot{V} E$	Ventilação minuto
$\dot{V} E / \dot{V} \text{ CO}_2$	Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono
$\dot{V} E / \dot{V} \text{ O}_2$	Equivalente ventilatório para o oxigênio
vLA	Velocidade do limiar anaeróbio
$\dot{V} \text{ O}_2$	Consumo de oxigênio
$\dot{V} \text{ O}_2\text{max}$	Consumo máximo de oxigênio
$\dot{V} \text{ O}_2\text{pico}$	Consumo de oxigênio pico
$v \dot{V} \text{ O}_2\text{pico}$	Velocidade máxima atingida no TECR
W	Watts

$\Delta\%$	Percentual de mudança
1RM	Uma repetição máxima

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi o de verificar a capacidade do TC6min para detectar mudanças na aptidão cardiorrespiratória de idosos saudáveis, após 24 semanas de intervenção com exercícios aeróbio, resistido e combinado. Quarenta e três idosos sedentários, do sexo masculino e com idades entre os 65 e os 75 anos, foram distribuídos em quatro grupos: Grupo Aeróbio (GA; n = 10), Grupo Resistido (GR; n = 12), Grupo Combinado (Aeróbio + Resistido: GAR; n = 10) e Grupo Controle (GC; n = 11). A intensidade do exercício no GA foi entre os 50 e os 75% da frequência cardíaca de reserva, e no GR entre os 50 e os 80% de 1 repetição máxima. O GAR alternou entre sessões de exercícios aeróbio (GA) e resistido (GR). A frequência do treinamento foi de três vezes por semana. Para a avaliação da aptidão aeróbia foram utilizados o teste de exercício cardiorrespiratório (TECR) e o TC6min. Na avaliação pré-intervenção houve uma correlação moderada e significativa da distância do TC6min com o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ ($r = 0,51$; $p < 0,001$) e com o $\dot{V} O_2$ no limiar ventilatório - $\dot{V} O_2 \text{ LV}$ ($r = 0,39$; $p = 0,010$). Houve também uma correlação significativa entre o $\dot{V} O_2$ ao final do TC6min, com o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ ($r = 0,67$; $p < 0,001$). As análises longitudinais demonstraram um aumento significativo no $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ do GA ($\Delta\% = 15,0 \pm 9,1\%$) e do GAR ($\Delta\% = 12,6 \pm 10,4\%$), quando comparado ao GC ($\Delta\% = -0,8 \pm 8,5\%$; $p < 0,001$). No TC6min houve um aumento significativo na distância percorrida no GA ($\Delta\% = 5,5 \pm 5,3\%$), no GR ($\Delta\% = 2,7 \pm 5,2\%$) e no GAR ($\Delta\% = 4,6 \pm 2,8\%$), quando comparado ao GC ($\Delta\% = -3,0 \pm 5,9\%$; $p < 0,001$). No entanto, as análises longitudinais não demonstraram que houve correlações significantes entre as mudanças (pós - pré-intervenção) da distância do TC6min com as mudanças no $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ (GA: $r = 0,57$; $p = 0,08$ e GAR: $r = 0,18$; $p = 0,63$) e com as mudanças na velocidade do LV (GA: $r = -0,12$; $p = 0,738$ e GAR: $r = -0,25$; $p = 0,481$). Assim, pode-se concluir que o TC6min não é apropriado para avaliar mudanças na aptidão cardiorrespiratória de idosos saudáveis, após 24 semanas de intervenção com exercícios resistido, aeróbio ou combinado.

Palavras Chave: Envelhecimento, Treinamento Físico, Consumo de Oxigênio, Idosos e Teste de Caminhada de Seis Minutos.

1 INTRODUÇÃO

A prática regular de exercícios físicos tem sido recomendada como uma boa estratégia de intervenção para minimizar os riscos de doenças cardiovasculares e endócrinas, assim como para o aumento e/ou manutenção da densidade mineral óssea e da massa muscular de idosos ¹. Na literatura, há consistentes relatos de que os exercícios aeróbios melhoram principalmente a aptidão cardiorrespiratória. Por outro lado, os exercícios resistidos promovem mais modificações musculares como, por exemplo, a hipertrofia das fibras musculares. No entanto, há evidências de que esta modalidade de exercício pode também promover melhoras da aptidão aeróbia ²⁻⁴. A combinação de exercícios aeróbios e resistidos é uma boa estratégia para a manutenção e/ou melhora da força muscular e da capacidade aeróbia de idosos ⁵⁻⁷.

O teste de exercício cardiorrespiratório (TECR) tem sido usado como um valioso instrumento para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória ^{8,9}. Com o TECR é possível determinar o limiar ventilatório (LV) e o consumo pico/máximo de oxigênio ($\dot{V} O_2$ pico/max), importantes parâmetros utilizados para a avaliação da aptidão aeróbia ^{9,10}. O TECR possibilita uma análise intergrada dos sistemas cardiovascular, respiratório e neuromuscular. No entanto, a realização de um TECR requer a presença de profissionais qualificados, assim como de equipamentos de alto custo e de ambientes laboratoriais controlados ⁹, o que de certa forma inviabiliza a sua utilização para grandes populações.

Neste caso, o teste de caminhada de seis minutos (TC6min), em função da sua simplicidade e da sua praticidade, é uma das alternativas utilizadas. Neste teste, o indivíduo é orientado a percorrer, caminhando, a maior distância possível em um tempo de seis minutos ⁹. Apesar de freqüentemente ser utilizado para avaliar e acompanhar a evolução da doença pulmonar crônica, nas últimas décadas, o TC6min tem sido amplamente recomendado para a avaliação da capacidade funcional dos idosos ¹¹⁻¹⁵, em especial a sua aptidão aeróbia ¹⁶.

Alguns estudos têm investigado uma possível associação entre os parâmetros obtidos no TECR e os dados obtidos no TC6min. Assim, algumas correlações foram observadas entre a distância percorrida durante o TC6min e o

$\dot{V} O_2$ pico¹⁷⁻²⁰, tal como entre a distância percorrida durante o TC6min e o LV, e entre a Frequência Cardíaca (FC) do LV e a FC média durante o TC6min¹⁵. No entanto, apesar de existirem correlações entre a distância percorrida no TC6min e os parâmetros do TECR, não há evidências de que o TC6min seja capaz de detectar melhoras fisiológicas após uma intervenção com exercício físico.

De forma geral, as atividades que promovem melhoras na aptidão cardiorrespiratória são as aeróbias, isoladas ou combinadas a outras modalidades^{21, 22}. No entanto, Latham et al.²³, em uma meta-análise, relataram a possibilidade do treinamento resistido proporcionar uma melhora da aptidão aeróbia, a qual poderia ser identificada por meio do TC6min. Assim, a hipótese do presente estudo foi que mudanças na aptidão cardiorrespiratória de idosos saudáveis, a partir de intervenções com exercícios aeróbio, resistido ou combinado, poderiam ser detectadas por alterações no desempenho do TC6min.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Verificar se o TC6min detectava mudanças na aptidão cardiorrespiratória de idosos saudáveis, submetidos a 24 semanas de intervenção com exercícios aeróbio, resistido e combinado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o consumo e o custo de oxigênio durante o TC6min, antes e após as 24 semanas de intervenção com exercícios aeróbio, resistido e combinado.
- Correlacionar os dados do TC6min com os parâmetros fisiológicos do TECR.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Envelhecimento

No início do século XX, o envelhecimento populacional era mais observado nos países desenvolvidos. A partir da década de 50, este fenômeno passou a ter uma maior representatividade mundial. Entre os fatores importantes que contribuíram para este novo perfil de população, pode-se citar a diminuição da mortalidade que, conseqüentemente, gerou uma maior expectativa de vida ²⁴. No Brasil, este perfil demográfico vem se alterando de forma muito rápida. Segundo os levantamentos e as projeções realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a proporção de idosos na população brasileira, que era de 7,9% em 1996 e de 9,1% em 2004, deverá ser de 18% em 2050 ²⁵.

Baseados nos princípios biológicos, Carvalho Filho e Alencar ²⁶ consideraram o envelhecimento como um processo dinâmico e progressivo, no qual ocorrem modificações morfológicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas. Durante este processo há uma perda progressiva da capacidade do indivíduo em se adaptar às diversidades do ambiente, além de uma maior vulnerabilidade seguida de uma maior ocorrência de doenças. Spirduso et al. ²⁷ adicionaram, como parte integrante do envelhecimento, a perda da funcionalidade. Na tentativa de minimizar os efeitos deletérios dessa fase da vida, muitos especialistas têm recomendado a prática de exercícios físicos ou o uso de dietas balanceadas, assim como outras modificações no estilo de vida, as quais podem resultar em um envelhecimento chamado de “bem sucedido” ²⁸.

2.1.1 Alterações Fisiológicas Decorrentes do Envelhecimento

O declínio da força muscular e da capacidade aeróbia decorre de alterações fisiológicas que estão relacionadas com o processo de envelhecimento, modificações que podem influenciar diretamente a independência funcional dos idosos ²⁹.

A força muscular pode ser definida como a quantidade de força que um músculo ou um grupo muscular produz em uma única contração²⁷. De acordo com Hakkinen³⁰, o pico de força é alcançado entre os 20 e os 30 anos de idade, estabilizando-se até os 40 anos. Com o avanço da idade, especialmente após o início da sexta década de vida, ocorre um declínio acentuado da força máxima, tanto nos homens quanto nas mulheres³⁰.

Os indivíduos adultos entre os 20 e os 50 anos perdem de 5 a 10% da massa muscular por década, percentuais de declínio que aumentam para 30 ou 40% dos 50 aos 80 anos³¹. A força muscular dos membros inferiores sofre um declínio mais acentuado do que a dos superiores, devido a um maior desuso da musculatura das pernas em função da inatividade que ocorre com o avanço da idade³⁰. Segundo Spirduso et al.²⁷, os principais fatores envolvidos no declínio da força muscular são a perda de massa muscular (sarcopenia), a atrofia muscular provocada pela inatividade e/ou as mudanças nas características funcionais da fibra muscular, as alterações no sistema nervoso (diminuição no recrutamento das fibras musculares) e as modificações no fluxo sanguíneo muscular (diminuição da densidade dos capilares sanguíneos). No entanto, Hakkinen³⁰ ressaltou que a perda da força muscular está mais relacionada à redução na quantidade de massa muscular. Como resultado deste processo deletério, a perda de tecido muscular, associado à perda da força muscular, pode predispor o idoso a um maior risco de quedas e a causar prejuízos na sua mobilidade³¹.

A aptidão aeróbia também sofre uma alteração significativa ao longo da vida. O $\dot{V}O_{2pico}$, definido como a máxima capacidade para a captação, o transporte e a utilização de oxigênio por unidade de tempo alcançada por um indivíduo durante um exercício dinâmico e progressivo³², é uma das principais variáveis que sofrem declínio em função da idade. Após os 25 anos, parece existir uma perda, por década de vida, de aproximadamente 5-15% no $\dot{V}O_{2pico}$ (American College of Sports Medicine - ACSM³³). Fitzgerald et al.³⁴ em uma meta-análise, detectaram, a partir de dados transversais, uma redução de 10% por década para as mulheres e de 8,7% para os homens, podendo estes percentuais ser aumentados para 15% a partir dos 50 até aos 75 anos³⁵. Os idosos saudáveis, com aproximadamente, 65 anos, parecem ter uma capacidade aeróbia de 30 a 40% menor do que a dos jovens

adultos. Os valores esperados de $\dot{V}O_2$ pico para esta idade são de 27 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para os homens e de 24 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para as mulheres ³⁶. Este declínio da aptidão aeróbia máxima pode ser explicado por três fatores principais: o declínio do débito cardíaco máximo ³⁷, da capacidade oxidativa muscular ³⁸ e da quantidade de massa muscular ativa ³⁹. Quanto ao declínio que ocorre dos 20 aos 80 anos, estima-se que 30% se deve a uma diminuição do débito cardíaco máximo, e 20% por um declínio na utilização de O₂, decorrendo este, principalmente em função da diminuição da perda de massa muscular ⁴⁰.

As conseqüências funcionais do comprometimento da capacidade aeróbia em idosos são muito semelhantes às que ocorrem no processo da redução da força muscular. Uma vez que toda atividade física requer um certo custo de oxigênio (custo de O₂) para ser realizada, uma diminuição da capacidade aeróbia em resposta ao processo de envelhecimento pode ser um fator limitador, principalmente quando a atividade a ser realizada requer do organismo uma maior demanda metabólica. Assim, os baixos níveis de aptidão aeróbia podem acarretar uma perda da independência, um aumento na incidência de incapacidade física, além de uma piora na qualidade de vida ²⁹.

2.1.2 Envelhecimento e Exercício Físico

Embora a prática de exercícios físicos não seja capaz de reverter o processo de envelhecimento, há evidências de que a sua prática regular pode minimizar as alterações fisiológicas e aumentar a expectativa de vida, especialmente em resposta a um menor acometimento e/ou progressão das doenças crônicas não transmissíveis e das limitações funcionais. A prática regular de atividades físicas proporciona uma redução no risco de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes mellitus do tipo 2, osteoporose, ansiedade e depressão ⁴¹. Nos idosos, há também uma redução no risco de quedas e de limitações funcionais. Além disto, há evidências de que a prática regular de exercícios físicos pode prevenir ou prorrogar os problemas relacionados aos prejuízos cognitivos e de incapacidade física, assim como os prejuízos na qualidade do sono ⁴².

As recomendações do ACSM ¹ para a população idosa é “*não permanecer em um estado de inatividade*”. As pessoas podem aumentar a atividade diária por meio de uma maior quantidade de atividade física ou de exercício físico. Atividade física é qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos, que aumenta o gasto energético aos níveis superiores aos de repouso. Em uma abordagem mais específica, o exercício físico é um subgrupo da atividade física, a qual é planejada, estruturada e repetitiva. Quando este é realizado cronicamente, tem por finalidade manter ou melhorar os componentes relacionados à aptidão física ⁴³.

2.2 Tipos de Exercício Físico

A especificidade do programa de exercício é importante para que se possam planejar as adaptações e os resultados almejados com a prática dos exercícios. Os tipos mais comuns de exercício físico são os aeróbios e os resistidos (força muscular) ^{44, 45}.

2.2.1 Exercício Aeróbio

Os benefícios da prática regular de exercícios físicos são muitos, particularmente o exercício aeróbio que parece ser o mais eficaz para a manutenção e a para a melhora da potência aeróbia máxima, da função cardiovascular e do desempenho aeróbio submáximo ^{42, 46}.

As melhoras no $\dot{V} O_2$ pico dependem em grande parte do tipo e da quantidade de exercício, podendo estas ser maiores ou menores, dependendo da predisposição genética e do nível habitual de atividade física do indivíduo. Têm sido relatadas na literatura, para intervenções de longo prazo, a existência de melhoras de 10 a 30% no $\dot{V} O_2$ pico ⁴⁶. Em uma meta-análise, Huang et al. ⁴⁷ descreveram que, em estudos com uma duração de 16 a 20 semanas, nos quais o exercício foi realizado com uma intensidade próxima aos 60% do $\dot{V} O_2$ pico, com uma frequência de no mínimo e 3 vezes por semana, houve uma melhora de aproximadamente 16,3% (3,8 mL.kg⁻¹.min⁻¹) Em alguns casos, o $\dot{V} O_2$ pico pode aumentar 30% ou mais, o que,

geralmente, ocorre com os indivíduos de baixa aptidão física inicial ou com aqueles que perderam muita massa corporal ao longo do programa de exercícios ⁴⁶. Os efeitos benéficos do exercício aeróbio para o sistema cardiorrespiratório são inquestionáveis. No entanto, os estudos longitudinais realizados por Fleg et al. ²⁹ e Hollenberg et al. sugeriram que, embora a prática de atividades físicas proporcionasse um aumento dos valores absolutos no $\dot{V}O_{2pico}$, o processo de perda fisiológica associado ao processo de envelhecimento se manteve, sendo esta perda proporcional à capacidade aeróbia adquirida e mantida pelo indivíduo ao longo da sua vida.

2.2.2 Exercício Resistido

Os exercícios resistidos têm sido amplamente recomendados para o aumento da força e da potência muscular (habilidade dos músculos em gerar força de forma rápida) ²⁷. Além disto, estes exercícios têm sido recomendados para a prevenção e/ou tratamento da sarcopenia ^{22, 46, 48}.

Segundo Hakkinen ³⁰, o aumento da força muscular, nos idosos, parece estar mais associado a uma melhora no padrão do recrutamento motor do que a uma hipertrofia das fibras musculares. As modificações na força muscular podem ser avaliadas por diferentes protocolos, entre os quais a avaliação isométrica, a avaliação isocinética, o teste de 1 repetição máxima (1RM) ou os testes de múltiplas repetições (3RM, 5RM, 10RM, etc).

Em geral, o aumento da força muscular é avaliado pelo teste de 1RM. O percentual de melhora da força muscular pode ir desde valores menores do que 25% até maiores do que 100%, demonstrando desta forma que há uma grande amplitude na variação, a qual pode ser explicada pelos diferentes programas de exercícios adotados e pelo grupamento muscular analisado. Em especial, um programa de exercícios com uma característica progressiva pode produzir aumentos significantes na força e na área de secção transversal do músculo. Neste tipo de programa, as adaptações são mediadas pelo aumento da carga de trabalho, do número de repetições, da velocidade de realização das repetições, do período de intervalo entre

as séries e entre os exercícios e, também, pelo aumento do volume total de exercício ⁴⁹.

Tradicionalmente, as melhoras no $\dot{V} O_{2pico}$ e no desempenho submáximo, proporcionadas por modificações centrais e periféricas, ocorrem mais em resposta à prática regular de exercícios aeróbios ⁵⁰. No entanto, há crescentes evidências que o treinamento resistido possa produzir mudanças na qualidade muscular, o que, conseqüentemente, aumentaria a capacidade aeróbia de indivíduos idosos ²⁻⁴. Estas melhoras são relatadas na literatura, tanto nas intervenções de curto ⁴ como de longo prazo ³, além elas podem ocorrer tanto em exercícios de baixas intensidades (50% 1-RM) como de altas intensidades (80% 1-RM) ³. Segundo Vicent et al.³, o aumento da força muscular pode ser um dos principais fatores que contribui para a melhora da capacidade aeróbia de idosos.

Apesar destas evidências, Latham et al. ²³, em uma meta-análise, descreveram que as melhoras na capacidade aeróbia com exercício resistido não estão bem definidas na literatura. Por outro lado, resultados significantes têm sido observados com o uso do TC6min, sugerindo que esta modalidade de avaliação talvez possa trazer informações relevantes a respeito da aptidão aeróbia dos idosos, após um programa de exercício resistido.

2.2.3 Exercício Combinado ou Concorrente

Com o objetivo de suprir as necessidades da manutenção ou o aumento da aptidão aeróbia e da força muscular, alguns estudos têm sugerido a combinação dos exercícios aeróbios e resistidos em um mesmo programa ^{42, 45, 51, 52}. A utilização do exercício combinado parece proporcionar também uma melhora na função física e na saúde geral dos idosos ^{53, 54}.

Alguns estudos com jovens observaram prejuízos no ganho de força, quando o exercício aeróbio foi combinado com o exercício resistido ^{22, 55}. No entanto, isto não é um consenso na literatura, pois outros trabalhos não observaram os mesmos resultados ^{22, 56, 57}. Alguns estudos, ao investigarem as influências do exercício resistido sobre as adaptações aeróbias durante o exercício combinado, não

observaram um efeito de interferência^{22, 57}, o que ocorreu, em alguns casos, foi um efeito de sinergismo^{22, 58}.

2.3 Componentes Básicos de um Programa de Exercício Físico

Os componentes que integram um programa de exercício físico são a frequência, o volume, a intensidade e o tipo de exercício, que são fatores de grande importância para a efetividade dos programas de exercícios^{44, 45}.

Para a população em geral, os objetivos básicos de um programa de exercício são a melhora da capacidade cardiorrespiratória, o controle ponderal, os ganhos de força muscular, a resistência muscular e a flexibilidade⁵⁹.

2.3.1 Intensidade do Exercício Físico

Na prescrição de exercícios aeróbios, a intensidade do exercício é uma variável que pode ser expressa de forma absoluta, por meio de dados de potência, velocidade ou inclinação, e de forma relativa por meio dos dados de gasto energético requerido por uma atividade, pelo percentual do $\dot{V} O_{2pico}$ e pelos percentuais da Frequência Cardíaca Máxima (FCmax) ou da Frequência Cardíaca de Reserva (FCreserva)⁵⁹.

A forma relativa é mais específica e individualizada, sendo o uso da FC o método mais comum e de mais fácil acesso. O percentual da FCmax e o método de Karvonen⁶⁰ são muito utilizados, podendo a FCmax ser medida por meio de um teste incremental de cargas, no qual o indivíduo alcança o esforço máximo. De forma simplificada e indireta, a FCmax pode ser estimada pela diferença entre o valor numérico 220 e a idade do indivíduo (220 - idade). Pelo método de Karvonen é possível calcular a FCreserva (diferença entre a FCmax e a FCrepouso), parâmetro também amplamente utilizado na prescrição e no acompanhamento da evolução de um programa de exercício^{44, 45}.

Uma sessão de exercícios físicos pode ser dividida em três fases: aquecimento, sobrecarga e recuperação. Durante a fase de aquecimento ou de recuperação, recomenda-se uma intensidade de 10 a 30% da FCreserva. Com base nos

parâmetros da frequência cardíaca, a intensidade do exercício pode ser classificada como leve (valores menores que 55% da FCmax ou 40% da FCreserva), moderada (55 a 70% da FCmax ou 40 a 60% da FCreserva) ou intensa (valores maiores que 70% da FCmax ou 60% da FCreserva) ⁶¹. A faixa de progressão de carga sugerida para adultos, segundo as recomendações do ACSM, é de 55 a 90% da FCmax ou de 40 a 85% do $\dot{V}O_2$ reserva ou da FCreserva. O ACSM recomenda que, pelo menos a cada seis sessões de exercício, o ajuste de carga seja de aproximadamente 5% ⁴⁵.

Para o exercício resistido, a intensidade geralmente é caracterizada pela quantidade de peso ou de resistência utilizada para cada repetição ou série. Neste tipo de exercício, alguns fatores podem influenciar a percepção da intensidade, entre os quais a ordem do exercício, o volume, a frequência, a ação muscular e o período de repouso entre as séries e entre os exercícios. Com a modificação na intensidade do exercício podem ocorrer alterações nas respostas metabólicas, hormonais, neurais e cardiovasculares ⁶².

A carga inicial recomendada para o exercício físico dos idosos é de 50% de 1RM, a qual pode ser progressivamente aumentada ⁴⁵. A intensidade de 60% de 1RM é considerada como um limite entre os domínios moderado e intenso ⁶¹. Para os adultos fisicamente ativos recomenda-se uma carga de 60 a 70% de 1RM (8 - 12 repetições), e para os indivíduos com altos níveis de aptidão de 80 a 100% de 1RM ⁴⁹.

As pessoas idosas são mais susceptíveis aos riscos cardiovasculares e musculoesqueléticos, sendo assim, independente da modalidade do exercício, o ideal para o público idoso é iniciar as atividades físicas com baixa intensidade, para depois a aumentar gradualmente ⁵⁹.

2.3.2 Volume do Exercício Físico

A intensidade e a duração do exercício são fatores que estão inter-relacionados, possibilitando a melhora da aptidão física ⁴⁷. Segundo as recomendações do ACSM ^{44, 45}, a duração de uma sessão de exercício para melhora

da saúde e da qualidade de vida deve ter de 20 a 30 min de atividade contínua ou fracionada, podendo ser aumentada de forma gradual até 40 ou 60 min. Nas atividades aeróbias, o tempo total de exercício deve ser dividido em aquecimento (5-10 min), sobrecarga (15-40 min) e recuperação (5-10 min). O aquecimento pode ser composto por caminhadas, alongamentos e exercícios de força muscular, realizados em um domínio moderado de intensidade, cuja finalidade é aumentar o metabolismo corporal de forma gradual. A fase de sobrecarga é o momento direcionado aos ganhos ou à manutenção da aptidão física como, por exemplo, o aumento do $\dot{V}O_{2pico}$, assim como a perda e/ou a manutenção da massa corporal. Por último, a fase de recuperação tem por objetivo propiciar a diminuição gradual da atividade dos sistemas fisiológicos ^{44, 45}.

No exercício resistido, o volume é considerado como o número total de repetições realizado durante uma sessão. Alguns fatores podem influenciar a duração da atividade, entre os quais a carga de trabalho, o número de exercícios, a frequência, o tipo de ação muscular e o intervalo entre as séries. O volume de exercício pode influenciar diretamente as respostas neurais, metabólicas, hormonais e hipertróficas. Algumas alterações no volume de uma sessão de exercício podem ser feitas pela modificação do número de repetições por séries de exercícios, pelo número de séries ou pela quantidade dos exercícios. As sessões de exercícios com múltiplas séries são as mais indicadas para os programas de exercícios de longo prazo, e uma variação entre a intensidade e o volume é uma boa estratégia para aumentar a força muscular ⁴⁹.

No início de um programa de exercício, o aumento da duração é mais importante do que o aumento da frequência e da intensidade, especialmente para prevenir a ocorrência de lesões ^{45, 59}. No entanto, nos estudos de longo prazo é necessário aumentar o volume do exercício para se obterem melhoras mais consistentes ⁶³.

2.3.3 Frequência do Exercício Físico

Para a população em geral, os exercícios devem ser realizados em dias alternados, pois uma maior frequência de atividade pode ocasionar dor, fadiga e até

mesmo lesões, principalmente nos primeiros meses (fase de adaptação) de um programa de exercício físico ⁵⁹. Uma frequência de 3 a 4 vezes por semana parece ser o ideal para indivíduos que buscam a manutenção da saúde ²², embora, em parte, isso dependa da intensidade do exercício. Segundo as recomendações do ACSM ¹, para a promoção e a manutenção da saúde é necessário, no mínimo, realizar 30 min de atividade aeróbia moderada durante 5 dias por semana ou, no mínimo, 20 min de atividades intensas durante 3 vezes por semana.

2.4 Avaliação da Capacidade Cardiorrespiratória

A avaliação e a quantificação do trabalho realizado durante uma atividade física fornecem um importante prognóstico do estresse gerado pelo exercício, o que popularmente é conhecida como avaliação da capacidade funcional. Apesar da sua importância, o consumo de energia é difícil de ser medido durante a atividade (ex.: caminhada, corrida, etc), assim, um dos métodos alternativos é o uso do equivalente metabólico (MET). Um MET equivale a $3,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Nos humanos, o gasto calórico se aproxima do $\dot{V} O_2$, sendo que ambos os parâmetros aumentam com a intensidade do exercício. As avaliações diretas dos METs têm se tornado, cada vez mais, um componente importante para a determinação da capacidade ou da incapacidade funcional ¹⁰.

Neste contexto, o TECP é considerado o “padrão ouro” de avaliação da capacidade aeróbia, porque fornece importantes parâmetros fisiológicos, submáximos e máximos ⁹. No entanto, a realização dos testes de exercício máximo pode se tornar inviável em alguns casos, mais especificamente para os indivíduos com limitações físicas e funcionais, assim para as pessoas que tenham alguma contra-indicação para a realização de exercícios máximos uma das alternativas é a utilização de um teste submáximo. Na literatura são propostos vários testes como o Teste de Bruce Modificado, o Teste de Astrand (bicicleta e esteira), o Teste de Cooper (12 min), o Teste de Rockport (1 milha), além dos testes de caminhada de 6 e 12 min ⁶⁴.

2.4.1 Teste de Exercício Cardiorrespiratório

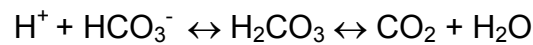
Diante das inovações científicas e tecnológicas, houve nas últimas décadas avanços significantes tanto nos métodos quanto nos processos de avaliação da capacidade cardiorrespiratória^{9, 10}. O TECR, também conhecido como Teste de Exercício Cardiopulmonar ou Ergoespiometria, tem sido muito utilizado para avaliar a integração dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular em resposta ao exercício⁸. O TECR tem como características básicas, a análise dos gases expirados e do fluxo aéreo respiratório, o que permite a medida do $\dot{V} O_2$, da produção do dióxido de carbono (CO_2) e da ventilação minuto ($\dot{V} E$)⁸⁻¹⁰.

Do ponto de vista prático, o TECR fornece informações sobre a intolerância, a capacidade funcional e as modificações associadas à prática de exercícios. Estas informações podem ser utilizadas para a prescrição de exercícios físicos, e para verificar as melhoras da capacidade cardiorrespiratória em resposta ao exercício físico crônico^{8-10, 65}.

Um dos principais parâmetros fornecidos pelo TECR é o $\dot{V} O_{2max}$. O aumento do $\dot{V} O_2$, em função da intensidade do exercício, pode, em algumas circunstâncias, alcançar uma máxima estabilização. Esta é considerada como a melhor evidência de um $\dot{V} O_{2max}$ e, na literatura, tem sido reportado como o “padrão ouro” para a avaliação da capacidade cardiorrespiratória. No entanto, em grande parte das avaliações essa máxima estabilização não é alcançada, principalmente nos testes realizados com indivíduos que possuem limitações funcionais. Assim, o $\dot{V} O_{2pico}$, ou seja, o mais alto valor de $\dot{V} O_2$ alcançado durante um teste de exercício incremental máximo, é utilizado com as mesmas aplicações práticas do $\dot{V} O_{2max}$ ⁹.

Um dos índices submáximos obtido pelo TECR é o limiar anaeróbio (LA)⁹. Com o aumento da intensidade do exercício, há um gradual aumento da contribuição do metabolismo anaeróbio. Em baixas intensidades, esta contribuição é pequena, mas torna-se mais significativa quando a intensidade do exercício ultrapassa o LA. As principais alterações que ocorrem nas intensidades do exercício acima do LA, são os aumentos dos níveis de lactato sanguíneo e da relação lactato-piruvato. Com o

aumento dos níveis de lactato, há uma maior liberação de íons H^+ , os quais são tamponados pelo bicarbonato, conforme descrito na reação abaixo:



Como resultado desta reação, há um aumento na produção de dióxido de carbono (CO_2), o que é detectado por quimiorreceptores localizados nos corpos carotídeos e centrais, os quais têm a função de mediar o aumento da $\dot{V}E$ com o intuito de eliminar o CO_2 produzido. Analisando este comportamento fisiológico durante o exercício, é possível determinar o LV, o qual pode ser definido como o mais alto valor de $\dot{V}O_2$ alcançado sem um aumento progressivo da concentração de lactato e da relação lactato-piruvato. O LV pode ser detectado pelo ponto de inflexão no qual o $\dot{V}CO_2$ e a $\dot{V}E$ aumentam desproporcionalmente em relação ao $\dot{V}O_2$ ¹⁰.

Além de servir como um parâmetro de avaliação da aptidão aeróbia, o LA pode ser um bom referencial para a prescrição de exercícios. Em intensidades abaixo do LA, o exercício pode ser mantido por períodos prolongados, podendo ser limitado somente pela disponibilidade dos substratos energéticos ou pelas lesões músculo-esqueléticas. Por outro lado, em intensidades acima do LA, a tolerância ao exercício é progressivamente diminuída. De forma geral, nos indivíduos destreinados e saudáveis, o valor do LA está entre os 47% e os 64% do $\dot{V}O_{2pico}$ ¹⁰.

2.4.2 Teste de Caminhada de Seis Minutos

O Teste de Caminhada (TC) visa avaliar o estado ou a capacidade funcional do indivíduo, sendo muito utilizado em função do seu baixo custo e da sua praticidade ⁶⁶. O TC mais comum é o teste de caminhada de seis minutos (TC6min), o qual mede a distância que uma pessoa pode caminhar durante seis minutos. Este teste é uma adaptação do teste caminhada/corrida de 12 minutos, originalmente desenvolvido por Cooper ⁶⁷, para estimar o $\dot{V}O_{2pico}$ de indivíduos saudáveis.

Inicialmente, McGavin et al. ⁶⁸, com o intuito de avaliar a tolerância dos pacientes com bronquite crônica ao exercício, modificaram o teste de Cooper para um formato de caminhada *indoor*. Posteriormente, Butland et al. ⁶⁹ exploraram a

possibilidade de fazer o TC em um tempo menor (2 e 6 min). A partir de então, o TC6min tem sido realizado em espaços fechados (por exemplo, corredores), e utilizado para avaliar a aptidão aeróbia das pessoas com limitações funcionais (por exemplo doenças cardíacas e respiratórias), assim como de idosos saudáveis¹¹⁻¹⁵. Nos últimos tempos, tanto o TECR quanto o TC6min têm sido amplamente utilizados para a avaliação funcional, sendo que a escolha do teste depende das questões a serem respondidas e dos recursos disponíveis^{9, 65}.

Como consequência das inovações tecnológicas, desenvolveram-se sistemas metabólicos portáteis que são leves, mantidos por baterias, e possuem a capacidade de armazenar e/ou transferir dados em tempo real para um computador pessoal. Grande parte destes sistemas metabólicos portáteis foram validados e utilizados como instrumento de avaliação das repostas fisiológicas ao exercício, entre elas o $\dot{V} O_2$ ⁷⁰⁻⁷². Com este avanço, as medidas do $\dot{V} O_2$, até então analisadas em laboratório, puderam ser vivenciadas em condições mais próximas da vida diária como, por exemplo, durante a atividade de caminhada em campo⁷³.

Alguns estudos utilizaram os sistemas metabólicos portáteis durante os testes de caminhada^{13, 15, 19, 20, 73, 74}, tendo parte deles verificado uma boa confiabilidade dos dados no que se refere à reprodutibilidade das informações^{13, 71}. No estudo de Kervio et al.¹³, em que um grupo de idosos saudáveis fez o TC6min, o coeficiente de variação entre os testes para a distância foi de 1,7 a 5,0%, para o $\dot{V} O_2$ de 7,0 a 8,7% e para a FC de 3,3 a 7,6%. Os dados descritivos do estudo reportaram que o TC6min foi realizado a 79,6% do $\dot{V} O_{2pico}$ e a 85,8% da FCmax, valores que classificam a atividade como submáxima e intensa, uma vez que o valor do LA foi de 65,4% do $\dot{V} O_{2pico}$. Segundo os autores, para se ter uma boa confiabilidade dos dados, é necessário realizar 2 testes de familiarização.

Kervio et al.¹³ também verificaram o efeito da variação circadiana sobre os parâmetros obtidos no TC6min. Segundo Atkinson e Reilly⁷⁵, o estudo desta variável permite investigar as possíveis flutuações das repostas fisiológicas e do desempenho físico em função da hora do dia, as quais são controladas por um “relógio biológico”, localizado no hipotálamo, mais especificamente no núcleo supraquiasmático. Entre as variáveis estudadas por Kervio et al.¹³, somente a

frequência cardíaca sofreu a influência da hora do dia, a qual teve um valor mais alto no período vespertino em relação ao matutino. Estes resultados sugerem que, caso se pretenda usar os valores de frequência cardíaca como um parâmetro do TC6min, é importante resguardar o período do dia no qual o teste está sendo realizado. Por outro lado, a distância percorrida e o $\dot{V} O_2$ não sofreram nenhuma significativa influência.

Além da distância percorrida, do $\dot{V} O_2$ e da FC, outros dados importantes podem ser avaliados durante os TC com a análise dos gases expirados, entre eles o custo de O_2 da atividade. O custo de O_2 pode ser definido como a quantidade de O_2 requerida para realizar uma determinada atividade como, por exemplo, a caminhada. Este parâmetro tem sido amplamente utilizado como uma alternativa para se medir a eficiência do modo de andar ⁷⁶. Matematicamente, o custo de O_2 pode ser calculado pela divisão entre a taxa de oxigênio consumido e a velocidade média do teste, devendo os valores ser expressos em mililitros por quilograma por metro ($mL.kg^{-1}.m^{-1}$) ⁷³. Em um contexto clínico, esta análise fornece informações relacionadas ao desempenho da locomoção humana e à eficiência motora ^{77, 78}.

O custo de O_2 nos idosos é maior do que nas pessoas jovens ^{77, 78}, o que se mantém mesmo quando os idosos são saudáveis e possuem uma boa capacidade locomotora ^{76, 79}. A instabilidade no modo de andar ⁷⁹ e o aumento na co-ativação dos músculos antagonistas da coxa ⁸⁰ são alguns fatores que explicam o aumento do custo de O_2 nos idosos. A representação gráfica do custo de O_2 , em relação à velocidade da caminhada, tem o formato de uma curva côncava, mais especificamente na forma de um “U” ⁷⁶, em que o nadir desta curva representa o ponto de maior eficiência. Nos idosos, esta curva se desloca para cima, indicando que há uma maior ineficiência no modo de andar ^{79, 81}. Por meio de equações é possível detectar o menor custo de O_2 , o qual representa a máxima eficiência da caminhada. Em média, a velocidade de $1,33 m.s^{-1}$ ($4.8 Km.h^{-1}$) parece ser um bom ponto de referência de economia da caminhada ⁷⁶.

Em relação aos efeitos do exercício físico no custo de O_2 , há algumas controvérsias. Inicialmente, Beneke e Meyer ⁸² relataram que pacientes com insuficiência cardíaca grave, após três semanas de exercício físico (3 vezes/semana) a 70% $\dot{V} O_{2pico}$ (bicicleta ou esteira), melhoraram a velocidade do TC6min em uma

esteira e, conseqüentemente, a economia da caminhada. Nesse estudo, a velocidade foi controlada pelo próprio paciente a cada minuto de teste. Por outro lado, mais recentemente, Mian et al.⁸¹ investigaram, em uma população de idosos, as modificações no custo de O₂ em diferentes velocidades (0,83; 1,11; 1,39 e 1,67 m.s⁻¹), após 12 meses de exercício combinado (resistido, aeróbio e equilíbrio), com três sessões de exercício por semana (2 supervisionadas e 1 em casa). Os resultados demonstraram, após a intervenção, melhoras funcionais significantes na força muscular, na velocidade da caminhada e no equilíbrio, mas o custo de O₂ não sofreu nenhuma alteração significante quando comparado nas mesmas velocidades.

3 MÉTODOS

3.1 Recrutamento e Seleção Inicial dos Voluntários

O estudo foi conduzido no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) da Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia (AFIP). Os voluntários foram recrutados por meio da mídia (rádio, TV, jornal, etc). Cada voluntário passou por uma entrevista inicial que teve por finalidade a obtenção da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (n° 1592.07) (Anexo 2), após o esclarecimento dos objetivos e dos procedimentos do protocolo. Os candidatos com potencial para participar do estudo passaram por uma avaliação clínica, realizada por um médico geriatra. A avaliação clínica seguiu as recomendações do ACSM^{44, 45}, o qual sugere uma ampla avaliação médica. Após a triagem inicial, os voluntários foram encaminhados ao CEPE para a realização, com um médico cardiologista, de exames de eletrocardiograma de repouso e de esforço. Após o resultado das avaliações, os voluntários retornaram ao médico geriatra do projeto, antes de serem liberados ou não para a sua participação no estudo.

Para o presente estudo foram adotados os seguintes critérios de inclusão: ser do sexo masculino; ter idade entre os 65 e os 75 anos; ter no mínimo 8 anos de escolaridade; ser sedentário (não estar participando de programas regulares de exercícios nos últimos 12 meses); não ser tabagista; não usar beta-bloqueador (anti-hipertensivo); não ter doenças crônicas (ortopédicas, cardiovasculares e neurológicas); e estar clinicamente saudável segundo as avaliações clínica e cardiológica.

Inicialmente, os voluntários passaram por uma triagem inicial (entrevista), com perguntas referentes aos critérios de inclusão. Aproximadamente 204 pessoas, interessadas em participar do projeto, entraram em contato com o CEPE, mas somente 60 estiveram de acordo com os critérios de inclusão. Estes voluntários foram distribuídos, aleatoriamente, em quatro grupos. Deste total, somente 43 completaram todos os procedimentos experimentais, tendo ficado agrupados da seguinte forma: Grupo Aeróbio (GA; n = 10), Grupo Resistido (GR; n = 12), Grupo

Combinado (Aeróbio + Resistido: GAR; n = 10) e Grupo Controle (GC; n = 11). As características dos voluntários estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos sujeitos antes dos procedimentos experimentais.

	GC	GA	GR	GAR
<i>Idade (anos)</i>	69.7 ± 1.6	70.0 ± 2.8	69.2 ± 2.7	67.6 ± 3.1
<i>Altura (cm)</i>	168.7 ± 8.4	168.4 ± 6.2	169.6 ± 10.0	171.7 ± 3.2
<i>Massa Corporal (kg)</i>	75.9 ± 8.9	75.0 ± 7.0	72.9 ± 14.0	71.9 ± 9.7
<i>IMC (kg.m²)</i>	26.2 ± 2.0	26.5 ± 2.6	25.4 ± 4.6	24.3 ± 3.1

Os dados estão apresentados como média ± DP. Grupo Aeróbio (GA) n = 10, Grupo Resistido (GR) n = 12, Grupo Combinado (GAR) n = 10, Grupo Controle (GC) n = 11. Índice de Massa Corporal (IMC). Não há diferença significativa entre os grupos. p > 0,05.

3.2 Recomendações Pré-avaliação

Os voluntários foram orientados a comparecer bem hidratados, com vestimentas adequadas para a realização das avaliações, a fazer refeições leves antes do teste com o mínimo de 2 horas de antecedência, a não ingerir bebidas alcoólicas e/ou estimulantes no dia do teste e a não realizar atividades físicas intensas nas últimas 24 horas que antecediam a sua avaliação. Antes de cada teste ou sessão de exercício o indivíduo era indagado sobre a sua condição de saúde, a qualidade do seu sono na noite anterior, e era aferida a sua pressão arterial. Apesar do TECR ser considerado um procedimento seguro, o risco de morte não está descartado (de 2 a 5 mortes a cada 100.000 testes realizados) ⁹. No CEPE, os pesquisadores envolvidos com a coleta dos dados estavam aptos e preparados para qualquer eventualidade (treinamento e certificação pelo *American Heart Association*), contando com os equipamentos necessários para os primeiros atendimentos. A temperatura ambiente (21-23°C) e a umidade relativa do ar (55-65%) foram controladas.

3.3 Avaliações Físicas

Todas as avaliações e as sessões de exercício físico foram realizadas no período da manhã entre às 08 e às 12 horas. Os voluntários foram instruídos a

chegar ao laboratório no mínimo com 30 min de antecedência. Na primeira semana, todos os voluntários passaram por 3 sessões de adaptação. As adaptações à esteira tiveram como principal finalidade a familiarização com os procedimentos experimentais. Por outro lado, as adaptações aos aparelhos para exercícios resistidos tiveram como objetivo minimizar iniciais aumentos da força muscular decorrentes de uma possível adaptação neuromuscular⁸³ e diminuir os riscos de lesão, comuns de ocorrer nas semanas iniciais do programa de exercício⁸⁴. Após o período de familiarização, os voluntários iniciaram as avaliações físicas e, posteriormente, o programa de exercício. O delineamento experimental do estudo está resumidamente apresentado na Figura 1 e o delineamento experimental das avaliações na Figura 2. Para a avaliação e a reavaliação do programa de exercício resistido foram realizados 5 testes de 1RM, um antes do início do programa de exercício e os demais ao final da 6^a, 12^a, 18^a e 24^a semanas, e para o exercício aeróbio antes e após a 12^a e a 24^a semana do programa de exercício. O GC realizou as avaliações e as reavaliações concomitantemente aos grupos experimentais. Ao final do protocolo de estudo, por uma questão de ética foram oferecidas 24 semanas de exercício ao grupo GC.

3.3.1 Antropometria

A massa corporal foi avaliada meio de uma balança eletrônica (Bod Pod®, (Life Measurement Inc, Estados Unidos)). A estatura foi medida por meio de um estadiômetro (Sanny®, Brasil), tendo o índice de massa corporal (IMC) sido calculado pela divisão da massa corporal total pelo quadrado da altura (massa/altura²).

3.3.2 Teste de Exercício Cardiorrespiratório

Os voluntários realizaram os TECD em uma esteira elétrica (Life Fitness®, 9700 HR, Estados Unidos) para a determinação do $\dot{V} O_2$ pico e do LV. As variáveis ventilatórias e metabólicas foram medidas utilizando um sistema metabólico portátil

(K4b², Cosmed[®], Itália). Tal sistema é constituído por sensores de O₂ e de CO₂ para as medidas do $\dot{V} O_2$ e do $\dot{V} CO_2$, respectivamente, e de um sensor de fluxo aéreo respiratório para medida da $\dot{V} E$. As amostras coletadas dos gases expirados foram enviadas até os analisadores, por meio de finos túbulos chamados de linha de amostra. A frequência cardíaca foi registrada simultaneamente com um sistema portátil (Polar[®] Electro OU, Kempele, Finlândia). Os dados obtidos pelo sistema metabólico portátil foram enviados, em tempo real, para um computador portátil, o qual estava ligado a uma unidade receptora.

Antes de cada teste, o equipamento foi calibrado segundo as recomendações do fabricante. Resumidamente, este processo de calibração requer o aquecimento do aparelho, motivo pelo qual o equipamento foi ligado 1 hora antes dos testes e da calibração dos sensores de O₂, CO₂ e do fluxo aéreo respiratório. Os sensores de O₂ e CO₂ foram calibrados a partir de uma mistura gasosa com concentrações conhecidas (White Martins[®], São Paulo, Brasil). O sensor de fluxo aéreo respiratório foi calibrado, simulando movimentos inspiratórios e expiratórios por meio de uma seringa de 3 litros (K4b², Cosmed[®], Itália). Outro procedimento de calibração adotado foi o tempo de atraso, o qual teve por finalidade verificar o tempo entre o final da respiração e a análise dos gases expirados. Para esta calibração foi necessário realizar respirações com frequência e profundidade rítmicas. Os dados foram analisados por meio de um *software* específico fornecido pelo fabricante (Cosmed[®] K4b², 8.0b for Windows[®], Itália).

Antes de cada teste, todas as medidas ventilatórias e metabólicas foram observadas durante 2 minutos. Após este período, o teste foi iniciado com uma velocidade de 1,6 km.h⁻¹ e os incrementos foram de 0,8 km.h⁻¹ e 1% de inclinação a cada dois minutos, até à exaustão voluntária¹³. Os dados foram analisados por meio de médias de 20 s, tendo o mais alto $\dot{V} O_2$ obtido durante os últimos 20 s sido considerado como o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$. O LV foi individualmente estimado pelo método de trocas gasosas, e confirmado pelo método dos equivalentes ventilatórios. O LV foi considerado como o ponto de inflexão da produção de dióxido de carbono ($\dot{V} CO_2$) em relação ao consumo de oxigênio ($\dot{V} O_2$)⁸⁵. O método dos equivalentes ventilatórios foi utilizado para confirmar o LV, tendo como referência o ponto em que

ocorreu um aumento da $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ e da $PEFO_2$, sem um concomitante aumento do $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ e da $PEFCO_2$ ⁸⁶.

3.3.3 Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min)

Segundo as recomendações de Kervio et al. ¹³, na fase inicial (pré-intervenção), foram realizados três TC6min, com o intuito de verificar o efeito de aprendizado e a confiabilidade dos dados obtidos. Os dois primeiros testes foram realizados no mesmo dia, com um intervalo igual ou maior que 1 hora, e o terceiro após 24 horas de intervalo. Como não houve modificações significantes nos parâmetros do TC6min com um terceiro teste, para os períodos de reavaliação foram realizados somente 2 testes. Todos os voluntários foram instruídos a percorrer a maior distância possível durante o tempo de 6 minutos, sem correr e mantendo um ritmo constante de passadas. A maior distância foi considerada como critério para determinar o melhor desempenho durante o TC6min.

Durante o TC6min as respostas fisiológicas ao exercício foram medidas pelo mesmo sistema metabólico utilizado no TECR. Os testes foram realizados em um corredor livre, em linha reta e com uma distância entre os cones de 20 metros. Durante a execução do TC6min, os voluntários tiveram comandos verbais a cada 1 minuto, intercalando as frases “Está indo muito bem, continue assim” e “Muito bem, mantenha o ritmo”, sendo que aos três minutos foram avisados de que estavam na metade do tempo ⁶⁵.

Todo o processo de calibração, coleta de dados e análise dos resultados foi semelhante aos realizados no TECR. A distância total da caminhada foi registrada em metros, e a velocidade média expressa em $m.s^{-1}$, dividindo a distância percorrida por 360 s. Para verificar o comportamento das respostas do $\dot{V}O_2$ e da FC foram calculadas médias a cada 20s. A confiabilidade dos valores do $\dot{V}O_2$ e da FC foi calculada com as médias de repouso e com as médias finais do TC6min. A intensidade do exercício foi estimada a partir das médias de 20s do $\dot{V}O_2$ e da FC obtidas no final do TC6min.

Com os dados de $\dot{V} O_2$ foi possível determinar o custo de O_2 da caminhada, o que foi calculado pelo consumo de O_2 por metro caminhado ($mL \cdot kg^{-1} \cdot m^{-1}$).

3.3.4 Avaliação da Força Muscular

O teste de 1RM foi utilizado para a avaliação da força máxima, nos seguintes aparelhos de exercícios resistidos: *Leg press* (Extensão de Quadril e Joelhos), *Leg Curl* (Flexão dos Joelhos), *Vertical Traction* (Puxada por atrás), *Chest Press* (Supino Horizontal), *Arm Extension* (Extensão de Cotovelo), *Bíceps Curl* (Flexão de Cotovelo), *Abdominal Crunch* (Flexão de Tronco) e *Lower Back* (Extensão de Tronco) (Technogym[®], Itália). Os voluntários passaram previamente por um aquecimento de 5 min em uma bicicleta ergométrica, e por alongamentos dos membros superiores e inferiores, padronizados e orientados por professores de educação física. Posteriormente, realizaram um pré-aquecimento no aparelho, tendo em seguida iniciado as tentativas de alcançar uma repetição máxima (1RM). Os períodos de recuperação entre as tentativas e entre os aparelhos foram de 3 minutos ⁸⁷.

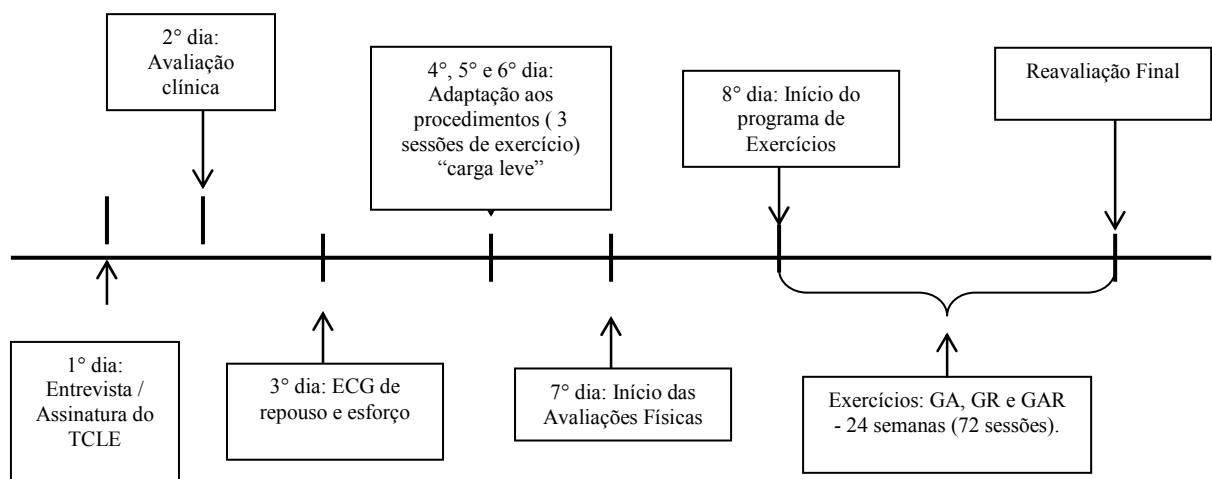


Figura 1 - Delineamento do estudo

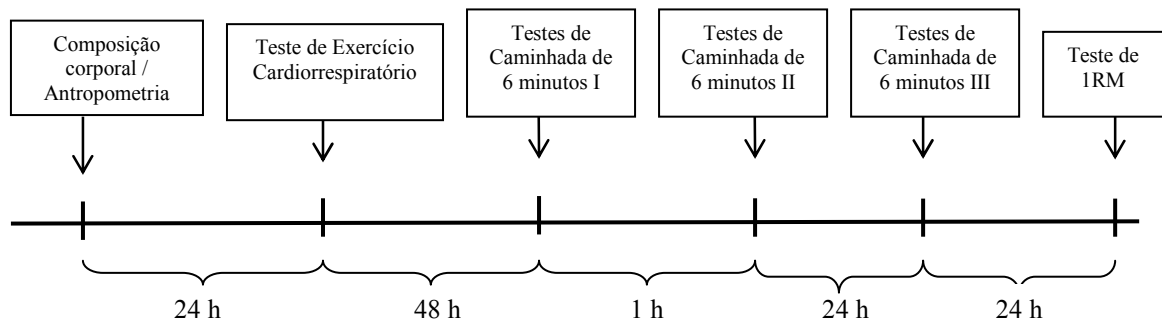


Figura 2 - Delineamento das avaliações e das reavaliações.

3.4 Descrição dos Programas de Exercícios

Os programas de exercícios foram elaborados segundo as recomendações do ACSM^{45, 49, 62, 88}. O GA, o GR e o GAR foram submetidos a uma intervenção durante 24 semanas (72 sessões de exercício). Os exercícios foram realizados 3 vezes por semana, em dias não consecutivos. Todos os voluntários dos grupos experimentais deveriam cumprir 72 sessões de exercícios. Em caso de faltas, as sessões de exercícios perdidas foram complementadas, durante as semanas posteriores, para atender o total de sessões de exercícios.

3.4.1 Programa de Exercício Aeróbio

O GA realizou exercícios em esteiras elétricas (LifeFitness[®], 9500 HR, Estados Unidos), com 5 min de aquecimento (aumento gradual da velocidade), 30 a 45 min de exercício e 5 min de atividade de recuperação (redução gradual da velocidade). A intensidade do exercício aeróbio foi baseada na FCreserva, calculada com base nos dados de FCmax obtidos no TECR. O exercício foi caracterizado como uma atividade contínua (caminhada e/ou corrida) e a intensidade do exercício foi controlada pela frequência cardíaca em uma margem de oscilação de ± 5 bpm. A intensidade e o volume das sessões de exercício estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Programa de Exercícios do Grupo Aeróbio

	Semanas									
	01-02	03-04	05-06	07-08	09-10	11-12	13-16	17-20	21-24	
Exercício Aeróbio										
%FCreserva	50	50	50	50	55	60	65	70	75	
Tempo (min)	30	35	40	45	45	45	45	45	45	

FCreserva: Frequência Cardíaca de Reserva.

3.4.2 Programa de Exercício Resistido

O programa de exercício resistido foi estruturado para proporcionar a hipertrofia e o aumento da massa e da força musculares. O GR, antes da sessão de exercícios, realizou uma atividade de aquecimento em uma bicicleta ergométrica (Life Fitness®, 9500 HR, Estados Unidos) por 5 min (50 W). Após o aquecimento, os voluntários realizaram os exercícios pela seguinte ordem: Supino Horizontal, Extensão de Quadril e Joelhos, Puxada por atrás, Flexão dos Joelhos, Flexão de Cotovelo, Flexão de Tronco, Extensão de Cotovelo e Extensão de Tronco (Technogym®, Itália). Os exercícios foram realizados considerando a alternância entre membros, os inferiores e os superiores. As intensidades de exercício foram gradualmente aumentadas ao longo das semanas, tendo como base os valores do teste de 1 RM. O tempo de recuperação entre as séries e entre os aparelhos foi de 90s, e a velocidade de execução das repetições foi de aproximadamente 2-3s para as fases excêntricas e concêntricas^{49, 62}. As intensidades e os volumes das sessões de exercícios estão descritos na Tabela 3. Cada sessão de exercícios durou aproximadamente 1 hora.

Tabela 3 - Programa de Exercícios do Grupo Resistido

Exercício Resistido	Semanas								
	01-02	03-04	05-06	07-08	09-10	11-12	13-16	17-20	21-24
% 1 RM	50	50	55	55	60	60	70	75	80
Nº séries/repetições	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/8 -10	3/8-10	3/8-10

1RM: uma repetição máxima.

3.4.3 Programa de Exercício Combinado

O GAR realizou um programa combinado de exercícios aeróbio e resistido (Tabela 4), 3 vezes por semana, o qual ocorria em dias não consecutivos, alternando as modalidades de exercício a cada sessão, e com as cargas de trabalho semanais referentes ao GA e ao GR. Ao final do programa, o GAR realizou 50% de exercício aeróbio e 50% de resistido. A escolha da redução do volume, referente a cada modalidade do exercício combinado, teve como parâmetro uma compatibilidade das respostas físicas e funcionais, quando comparado ao GA e ao GR isoladamente.

Estes procedimentos foram relatados anteriormente para adultos jovens⁸⁹ e idosos^{57, 90}.

Tabela 4 - Programa de Exercícios do Grupo Combinado

	Semanas								
	01-02	03-04	05-06	07-08	09-10	11-12	13-16	17-20	21-24
Exercício Aeróbio									
%FCreserva	50	50	50	50	55	60	65	70	75
Tempo (min)	30	35	40	45	45	45	45	45	45
Exercício Resistido									
% 1 RM	50	50	55	55	60	60	70	75	80
N° séries/repetições	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/10-12	3/8 -10	3/8-10	3/8-10

FCreserva: Frequência Cardíaca de Reserva. 1RM: uma repetição máxima.

3.5 Análise Estatística

O *software* utilizado para as análises foi o STATISTICA (Statsoft, Inc, versão 7.0 para Windows). Todas as variáveis estudadas apresentaram-se normais ($p > 0,05$) pelas análises do gráfico probabilístico normal e do teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov*. Diante disso foram adotados testes paramétricos. Para a análise das características pré-intervenção foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA) de uma via. Para verificar as possíveis diferenças entre os parâmetros obtidos nos TC6min no período pré-intervenção, foi utilizado um teste ANOVA para medidas repetidas. As posições das diferenças foram identificadas pelo *pós-teste* de Tukey. Para verificar a variabilidade entre os TC6min, foram calculados o desvio padrão e o coeficiente de variação (CV)⁹¹. As diferenças entre os grupos foram avaliadas pelo teste de ANCOVA, usando o valor pré-intervenção como co-variável. As variáveis foram analisadas por meio de um delta percentual (pós-intervenção - pré-intervenção / pré-intervenção x 100 = $\Delta\%$). A escolha do teste de ANCOVA teve como intuito eliminar qualquer efeito de relação das variáveis com os seus valores de pré-intervenção. As posições das diferenças foram identificadas pelo *pós-teste* de Tukey. Os efeitos intra-grupo (0 - 24 semanas) foram analisados por meio do teste *t de Student* para as amostras dependentes. A correlação entre as variáveis foi determinada pelo teste de correlação de Pearson. Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão (DP). O nível de significância adotado foi um $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Aptidão Cardiorrespiratória: Teste de Exercício Cardiorrespiratório

Os voluntários apresentaram na medida pré-intervenção do TEER (n = 43) um $\dot{V} O_2$ pico de $28,5 \pm 3,8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, uma FCmax obtida de $151 \pm 16 \text{ bpm}$ ($100,3 \pm 10,0\%$ da FC predita para idade), um LV de $15,9 \pm 2,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ($56,0 \pm 6,1\%$ do $\dot{V} O_2$ pico) e uma FC no LV de $100 \pm 12 \text{ bpm}$. Houve um aumento significativo no $\dot{V} O_2$ pico do GA e do GAR após a intervenção quando comparados ao GC (Figura 3). O aumento significativo deste parâmetro também foi observado após a intervenção nos grupos GA e GAR. Quanto ao tempo de exaustão do $\dot{V} O_2$ pico, quando comparados ao GC, o GA, o GAR e o GR aumentaram de forma significativa. No efeito intra-grupo, somente o GA e o GAR melhoraram o tempo de exaustão do $\dot{V} O_2$ pico de forma significativa.

Em relação à velocidade referente ao LV houve um aumento significativo no GA e no GAR quando comparados ao GC. As diferenças intra-grupo foram significativas nos mesmos grupos após a intervenção (Tabela 5). Os valores de $\dot{V} O_2$ e FC submáxima, na pré e pós-intervenção, estão apresentados na Tabela 6.

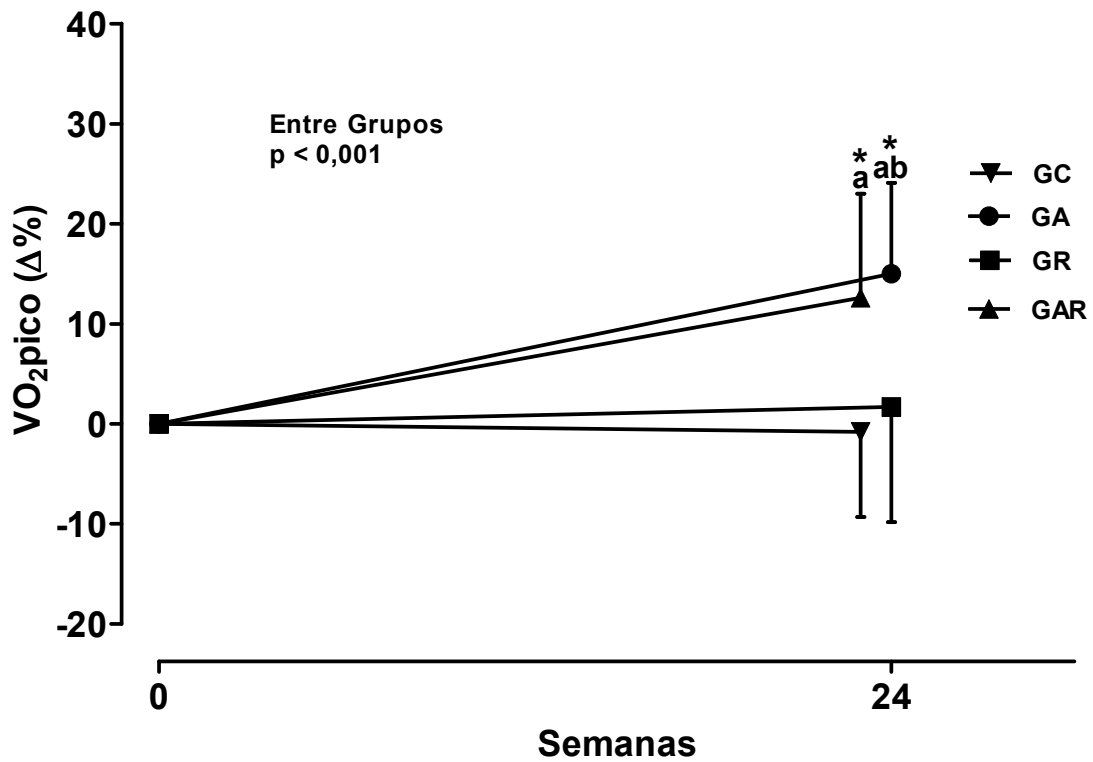


Figura 3 - Mudanças relativas no consumo de oxigênio pico

Valores apresentados como média ± DP. Grupo Controle (GC) n = 11, Grupo Aeróbio (GA) n = 10, Grupo Resistido (GR) n = 12, Grupo Combinado (GAR) n = 10. **a** p < 0,05 ≠ do grupo controle. **b** p < 0,05 ≠ do grupo resistido; * p < 0,05 ≠ intra-grupo (0 - 24 semanas).

Tabela 5 - Parâmetros fisiológicos e percentuais de mudanças obtidos no teste de exercício cardiorrespiratório, antes e após 24 semanas de exercício.

	GC (n = 11)			Pré	GA (n = 10)			Pré	GR (n = 12)			Pré	GAR (n = 10)		
	Pré	Pós	Δ%		Pós	Δ%	Pós		Δ%	Pós	Δ%				
Limiar Ventilatório															
$\dot{V} O_2$ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	15,0 ± 2,0	13,4 ± 1,9*	9,8 ± 11,2	15,7 ± 2,7	15,7 ± 3,1	1,3 ± 18,0	17,0 ± 2,8	16,6 ± 2,9	-1,5 ± 11,4	16,2 ± 2,2	17,8 ± 2,9	10,7 ± 19,5			
% $\dot{V} O_{2pico}$	53,5 ± 7,2	48,6 ± 7,6*	-8,9 ± 9,5	57,5 ± 5,5	50,0 ± 3,4*	-12,3 ± 10,8	57,0 ± 4,6	55,3 ± 6,4	-2,6 ± 11,7	56,4 ± 6,7	53,9 ± 7,0	-3,2 ± 17,7			
vLV (km.h ⁻¹)	4,1 ± 0,6	3,9 ± 0,5	-2,1 ± 14,3	4,1 ± 0,8	4,8 ± 0,8*	19,5 ± 20,0 ^{ab}	4,1 ± 0,6	4,2 ± 0,6	2,1 ± 6,0	4,6 ± 0,8	4,9 ± 0,7*	10,3 ± 11,9			
Inclinação (%)	3,1 ± 0,8	2,9 ± 0,7	-2,6 ± 22,3	3,1 ± 1,0	4,0 ± 1,0*	35,8 ± 39,3 ^{ab}	3,2 ± 0,7	3,3 ± 0,8	3,0 ± 10,0	3,7 ± 1,1	4,2 ± 0,9	20,8 ± 30,0*			
FC (bpm)	92,0 ± 10,4	93,1 ± 8,4	1,6 ± 7,1	98,4 ± 8,5	99,2 ± 10,2	0,7 ± 3,6	97,9 ± 9,7	97,2 ± 12,5	-0,7 ± 8,6	105,6 ± 10,6	103,5 ± 6,3	-1,2 ± 9,9			
%FCmax	63,8 ± 6,0	62,0 ± 4,8	-1,8 ± 4,7	67,3 ± 5,3	62,8 ± 4,5	-4,6 ± 6,5	67,6 ± 6,0	63,7 ± 6,7*	-3,9 ± 3,5	67,5 ± 6,2	64,2 ± 4,3	-3,3 ± 5,8			
Exercício Máximo															
$\dot{V} O_2$ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	28,2 ± 3,3	28,0 ± 3,7	-0,8 ± 8,5	27,2 ± 3,7	31,4 ± 5,5*	15,0 ± 9,1 ^{ab}	29,7 ± 4,3	30,0 ± 3,5	1,7 ± 11,5	28,9 ± 3,7	33,2 ± 5,7*	12,6 ± 10,4 ^a			
v $\dot{V} O_2$ (km.h ⁻¹)	7,1 ± 0,6	7,1 ± 0,6	-0,6 ± 7,8	7,1 ± 0,6	8,2 ± 0,9*	14,7 ± 8,6 ^{ab}	7,2 ± 0,4	7,4 ± 0,4	3,2 ± 5,4	7,2 ± 0,6	8,0 ± 0,6*	11,3 ± 5,3 ^{ab}			
Inclinação (%)	6,9 ± 0,8	6,8 ± 0,7	-0,6 ± 10,3	6,9 ± 0,7	8,2 ± 1,1*	19,0 ± 11,0 ^{ab}	7,0 ± 0,4	7,3 ± 0,5	4,1 ± 7,1	7,0 ± 0,8	8,0 ± 0,8*	14,7 ± 7,0 ^{ab}			
FCmax (bpm)	149,2 ± 18,2	150,7 ± 13,5	1,6 ± 7,3	147,2 ± 13,6	158,0 ± 11,0	7,7 ± 7,6 ^{ab}	152,1 ± 17,7	152,4 ± 10,6	0,8 ± 6,5	156,6 ± 13,9	161,8 ± 13,5	3,5 ± 6,9			
%FCmax Preditá	99,3 ± 12,3	100,3 ± 9,4	1,6 ± 7,3	98,1 ± 9,1	105,3 ± 7,4	7,7 ± 7,6 ^{ab}	100,7 ± 10,5	101,0 ± 6,0	0,8 ± 6,5	103,1 ± 8,1	106,6 ± 8,4	3,6 ± 7,0			
Duração do teste (min)	15,3 ± 1,4	15,0 ± 1,4	-1,4 ± 4,9	15,1 ± 1,5	17,9 ± 2,4*	18,7 ± 12,2 ^{ab}	15,4 ± 0,9	16,0 ± 1,0	3,8 ± 6,5	15,6 ± 1,9	17,2 ± 1,6 *	11,4 ± 7,4 ^a			

Valores apresentados como média ± DP. Δ%: percentual de mudança; $\dot{V} O_2$: consumo de oxigênio; $\dot{V} O_{2pico}$: consumo de oxigênio pico; v $\dot{V} O_{2pico}$: velocidade máxima atingida no teste; FC: frequência cardíaca; FCmax: frequência cardíaca máxima; LV limiar ventilatório; vLV: velocidade do limiar ventilatório. Grupo Aeróbio (GA), Grupo Resistido (GR), Grupo Combinado (GAR), Grupo Controle (GC). **a** p < 0,05 ≠ do grupo controle. **b** p < 0,05 ≠ do grupo resistido. * p < 0,05 ≠ intra-grupo (0 - 24 semanas).

Tabela 6 - Consumo de oxigênio e frequência cardíaca máxima durante o teste de exercício cardiorrespiratório, antes e após 24 semanas de exercício físico.

	Carga de Trabalho			
	2.4 km.h ⁻¹ + 1.0% inclinação		3.2 km.h ⁻¹ + 2.0% inclinação	
	$\dot{V} O_2$ (mL.min ⁻¹)	FC (bpm)	$\dot{V} O_2$ (mL. min ⁻¹)	FC (bpm)
GC				
Pré	611,8 ± 120,1	77,0 ± 9,4	767,8 ± 145,9	81,7 ± 10,8
Pós	586,0 ± 110,1	79,5 ± 9,4	725,5 ± 141,8	82,8 ± 9,0
GA				
Pré	649,7 ± 119,2	83,1 ± 6,0	799,0 ± 147,5	87,1 ± 6,4
Pós	547,1 ± 101,6*	75,1 ± 5,3*	664,0 ± 108,1*	77,9 ± 5,4*
GR				
Pré	628,4 ± 110,3	82,5 ± 11,8	825,3 ± 145,5	87,4 ± 13,5
Pós	582,6 ± 107,2	76,7 ± 10,5*	756,3 ± 163,8	80,4 ± 10,0*
GAR				
Pré	566,5 ± 83,5	82,0 ± 8,4	715,4 ± 122,6	85,7 ± 11,5
Pós	523,4 ± 80,3	72,6 ± 6,0*	644,3 ± 90,2	76,0 ± 8,6*

Valores apresentados como média ± DP. $\dot{V} O_2$: consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca. Grupo Aeróbio (GA), Grupo Resistido (GR), Grupo Combinado (GAR), Grupo Controle (GC). * a p < 0,05 Pós ≠ da Pré-intervenção.

Teste de Caminhada de Seis Minutos

Na medida pré-intervenção (n = 43) os voluntários percorreram uma distância de 618,1 ± 53,8 m, uma FC no final do teste de 131,6 ± 17,0 bpm (87,2% ± 7,8% da FCmax) e um $\dot{V} O_2$ no final do teste de 24,8 ± 3,6 mL.kg⁻¹.min⁻¹ (87,5 ± 10,7% do $\dot{V} O_{2pico}$).

As médias de distância do $\dot{V} O_2$ e da FC, obtidos nos três TC6min (pré-intervenção), assim como os valores do coeficiente de variação e do desvio padrão, entre as avaliações, estão descritos nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Dados dos testes de caminhada de seis minutos, realizado na pré-intervenção para avaliar o coeficiente de variação.

	Teste 1 (n = 43)	Teste 2 (n = 43)	Teste 3 (n = 43)
<i>Distância (m)</i>	587,0 ± 38,1	600,2 ± 47,6*	602,5 ± 53,4*
$\dot{V} O_2$ Repouso (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	4,6 ± 0,9	4,3 ± 1,2	4,3 ± 0,9
$\dot{V} O_2$ Final (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	24,1 ± 3,5	24,3 ± 3,8	24,5 ± 3,5
FC Repouso (bpm)	78,1 ± 11,8	76,2 ± 11,9	76,1 ± 12,0
FC Final (bpm)	128,7 ± 16,7	129,7 ± 18,1	131,3 ± 17,5

Os valores estão apresentados como média ± DP. $\dot{V} O_2$ Repouso: consumo de oxigênio de repouso; $\dot{V} O_2$ Final: consumo de oxigênio no final do teste de caminhada de seis minutos; FC Repouso: frequência cardíaca de repouso; FC Final: frequência cardíaca no final do teste de caminhada de seis minutos. * p < 0,05, ≠ do primeiro teste.

Tabela 8 - Coeficiente de variação e desvio padrão dos testes de caminhada de seis minutos, realizados na pré-intervenção.

	T1 - T2	T2 - T3
<i>Distância (m)</i>		
CV (%)	4,1	3,6
SD (m)	24,2	21,5
$\dot{V} O_2$ Final (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)		
CV (%)	8,1	7,2
SD (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	2,0	1,8
FC Final (bpm)		
CV (%)	4,9	4,6
SD (bpm)	6,3	6,0

CV: coeficiente de variação; SD: desvio padrão; $\dot{V} O_2$ final: consumo de oxigênio no final do teste; FC final: frequência cardíaca no final do testes.

O GA, o GAR e o GR aumentaram de forma significativa a distância percorrida no TC6min após a intervenção, quando comparado ao GC (Figura 4). Quanto ao $\dot{V} O_2$ obtido no final do TC6min, somente o GA e o GAR apresentaram aumento significativo quando comparados ao GC (Figura 5 / Tabela 9). O GA e o GAR também demonstraram significantes efeitos intra-grupo em ambos os parâmetros.

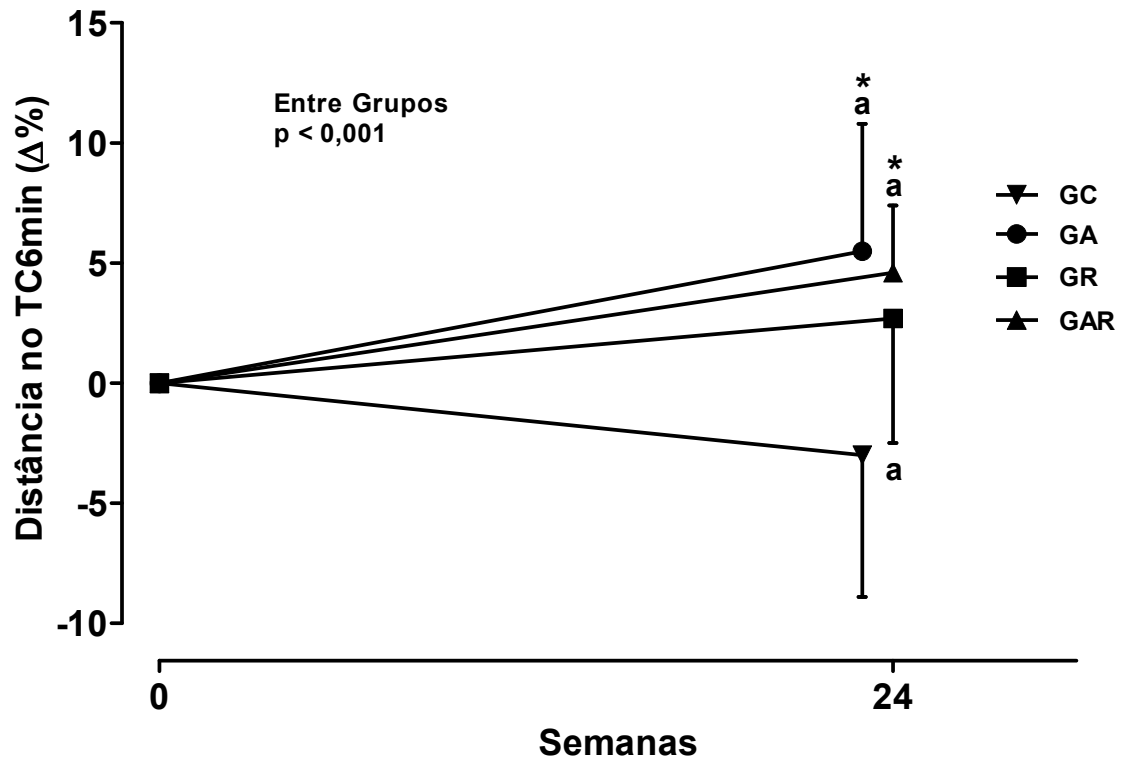


Figura 4 - Mudanças relativas na distância da caminhada de seis minutos

Valores apresentados como média \pm DP. Grupo Controle (GC) n = 11, Grupo Aeróbico (GA) n = 10, Grupo Resistido (GR) n = 12, Grupo Combinado (GAR) n = 10. a p < 0,05 \neq do grupo controle. * p < 0,05 \neq intra-grupo (0 - 24 semanas).

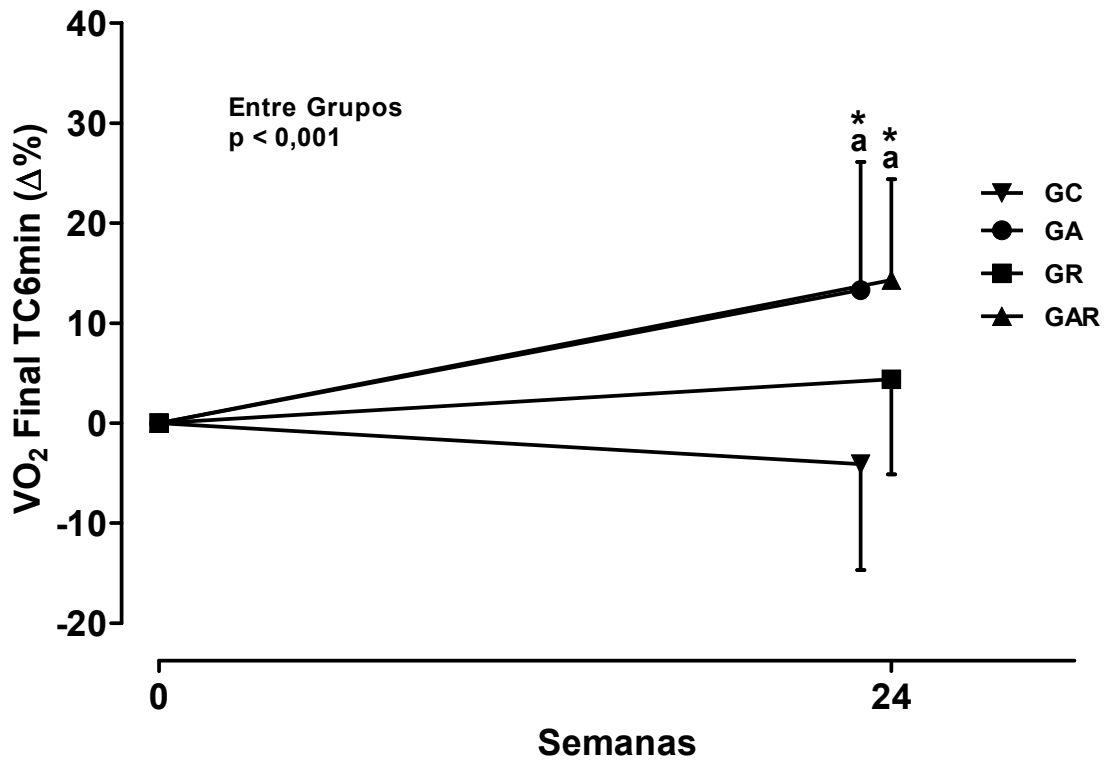


Figura 5 - Mudanças relativas no consumo de oxigênio no final do teste de caminhada de seis minutos

Valores apresentados como média \pm DP. Grupo Controle (GC) n = 11, Grupo Aeróbio (GA) n = 10, Grupo Resistido (GR) n = 12, Grupo Combinado (GAR) n = 10. a p < 0,05 \neq do grupo controle. * p < 0,05 \neq intra-grupo (0 - 24 semanas).

Houve um aumento significativo no custo de O_2 no GA e no GAR, quando comparados ao GC e ao GR. No efeito intra-grupo houve um aumento significativo no GAR e no GA (Tabela 9). Os valores do $\dot{V}O_2$ e da FC do TC6min nas duas avaliações (pré e pós-intervenção) estão representados na Figura 7.

Tabela 9 - Parâmetros fisiológicos e percentuais de mudanças obtidos no teste de caminhada de seis minutos, antes e após 24 semanas de exercício.

	GC (n = 11)			GA (n = 10)			GR (n = 12)			GAR (n = 10)		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
<i>Distância (m)</i>	601,5 ± 61,0	580,7 ± 35,3	-3,0 ± 5,9	614,2 ± 59,4	646,7 ± 57,1*	5,5 ± 5,3 ^a	619,6 ± 45,2	635,8 ± 45,1	2,7 ± 5,2 ^a	640,3 ± 47,1	669,1 ± 43,0*	4,6 ± 2,8 ^a
<i>Velocidade (km.h⁻¹)</i>	1,67 ± 0,17	1,61 ± 0,10	-3,0 ± 5,9	1,71 ± 0,16	1,80 ± 0,16*	5,5 ± 5,3 ^a	1,72 ± 0,13	1,77 ± 0,12	2,7 ± 5,2 ^a	1,78 ± 0,13	1,86 ± 0,12*	4,6 ± 2,8 ^a
<i>$\dot{V} O_2$ final (mL.kg⁻¹.min⁻¹)</i>	24,3 ± 3,0	23,2 ± 3,3	-4,1 ± 10,6	24,5 ± 3,1	27,9 ± 5,6*	13,3 ± 12,8 ^a	25,1 ± 3,1	26,1 ± 3,3	4,4 ± 9,5	25,6 ± 5,2	29,8 ± 4,7*	14,3 ± 10,1 ^a
<i>%$\dot{V} O_{2peak}$</i>	86,5 ± 11,4	83,8 ± 13,0	-2,9 ± 10,7	90,3 ± 9,3	88,7 ± 9,1	-1,4 ± 9,0	85,0 ± 11,3	87,2 ± 10,0	3,6 ± 13,4	88,5 ± 11,5	90,2 ± 10,2	4,3 ± 22,9
<i>FC final (bpm)</i>	124,7 ± 14,9	120,7 ± 14,2	-2,9 ± 7,4	130,5 ± 18,9	131,9 ± 16,8	1,7 ± 8,5	132,2 ± 15,5	131,2 ± 16,2	-0,7 ± 4,6	140,5 ± 17,6	143,3 ± 13,2	3,0 ± 13,2
<i>%FCmax</i>	83,9 ± 5,7	80,4 ± 8,5	-4,0 ± 9,8	88,6 ± 10,2	83,5 ± 9,5	-5,4 ± 8,2	87,4 ± 9,0	86,0 ± 7,7	-1,1 ± 8,7	89,5 ± 5,2	88,7 ± 6,4	-0,7 ± 8,3
<i>Custo de O₂ (mL.kg⁻¹.m⁻¹)</i>	0,22 ± 0,01	0,21 ± 0,02	-2,3 ± 11,5	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,03*	9,8 ± 9,5 ^{ab}	0,23 ± 0,03	0,22 ± 0,01	-2,4 ± 9,5	0,22 ± 0,03	0,24 ± 0,02*	14,3 ± 13,2 ^{ab}

Os valores estão apresentados como média ± DP. $\Delta\%$: percentual de mudança; $\dot{V} O_2$ final: consumo de oxigênio no final do teste de caminhada de seis minutos; FC final: frequência cardíaca no final do teste de caminhada de seis minutos; FCmax: frequência cardíaca máxima; Grupo Controle (GC), Grupo Aeróbico (GA), Grupo Resistido (GR), Grupo Combinado (GAR). **a** p < 0,05 ≠ do grupo controle. **b** p < 0,05 ≠ do grupo resistido. * p < 0,05 ≠ intra-grupo (0 -24 semanas).

Correlações entre o TC6min e o TECR

Na avaliação pré-intervenção houve uma correlação moderada e significativa da distância do TC6min com o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ ($r = 0,51$; $p < 0,001$), com o $\dot{V} O_2$ no LV ($r = 0,39$; $p = 0,010$) e com o $\dot{V} O_2$ no final do TC6min ($r = 0,67$; $p < 0,001$). Houve também uma correlação significativa da FC final do TC6min com a FC do LV ($r = 0,62$; $p < 0,001$) e com a FCmax ($r = 0,72$; $p < 0,001$).

Por outro lado, não houve correlações significantes entre as mudanças (pós – pré) na distância do TC6min com as mudanças no $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ (GA: $r = 0,57$; $p = 0,08$ e GAR: $r = 0,18$; $p = 0,63$) e com as mudanças na velocidade do LV (GA: $r = -0,12$; $p = 0,738$ e GAR: $r = -0,25$; $p = 0,481$). Além disto, não houve também uma correlação significativa entre as mudanças no $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ com as mudanças na FC a $2,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} + 1.0\% \text{ slope}$ (GA: $r = 0,53$; $p = 0,11$ e GAR: $r = 0,08$; $p = 0,82$), com as mudanças no custo de O_2 (GA: $r = 0,01$; $p = 0,97$ e GAR: $r = 0,12$; $p = 0,73$) e com as mudanças no $\dot{V} O_2$ no final do TC6min (GA: $r = 0,30$; $p = 0,40$ e GAR: $r = 0,48$; $p = 0,16$).

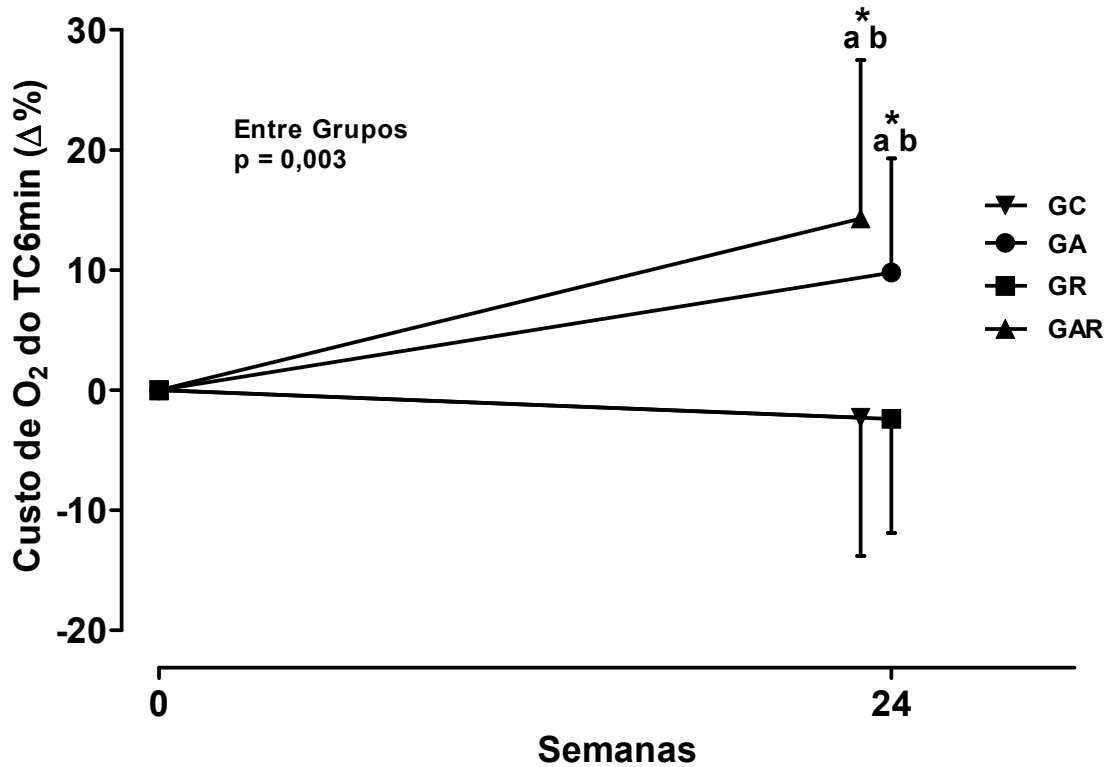


Figura 6- Mudanças relativas no custo de oxigênio durante o teste de caminhada de seis minutos

Valores apresentados como média \pm DP. Grupo Controle (GC) n = 11, Grupo Aeróbio (GA) n = 10, Grupo Resistido (GR) n = 12, Grupo Combinado (GAR) n = 10. **a** p < 0,05 \neq do grupo controle. **b** p < 0,05 \neq do grupo resistido; * p < 0,05 \neq intra-grupo (0 - 24 semanas).

Força Muscular

Foram observados aumentos significantes na força muscular no GR e no GAR, quando comparados ao GC e ao GA. Os efeitos intra-grupo foram observados no GR (aumentos de 21,5 a 43,6%) e no GAR (aumentos de 14,4 a 44,2%) (Tabela 10).

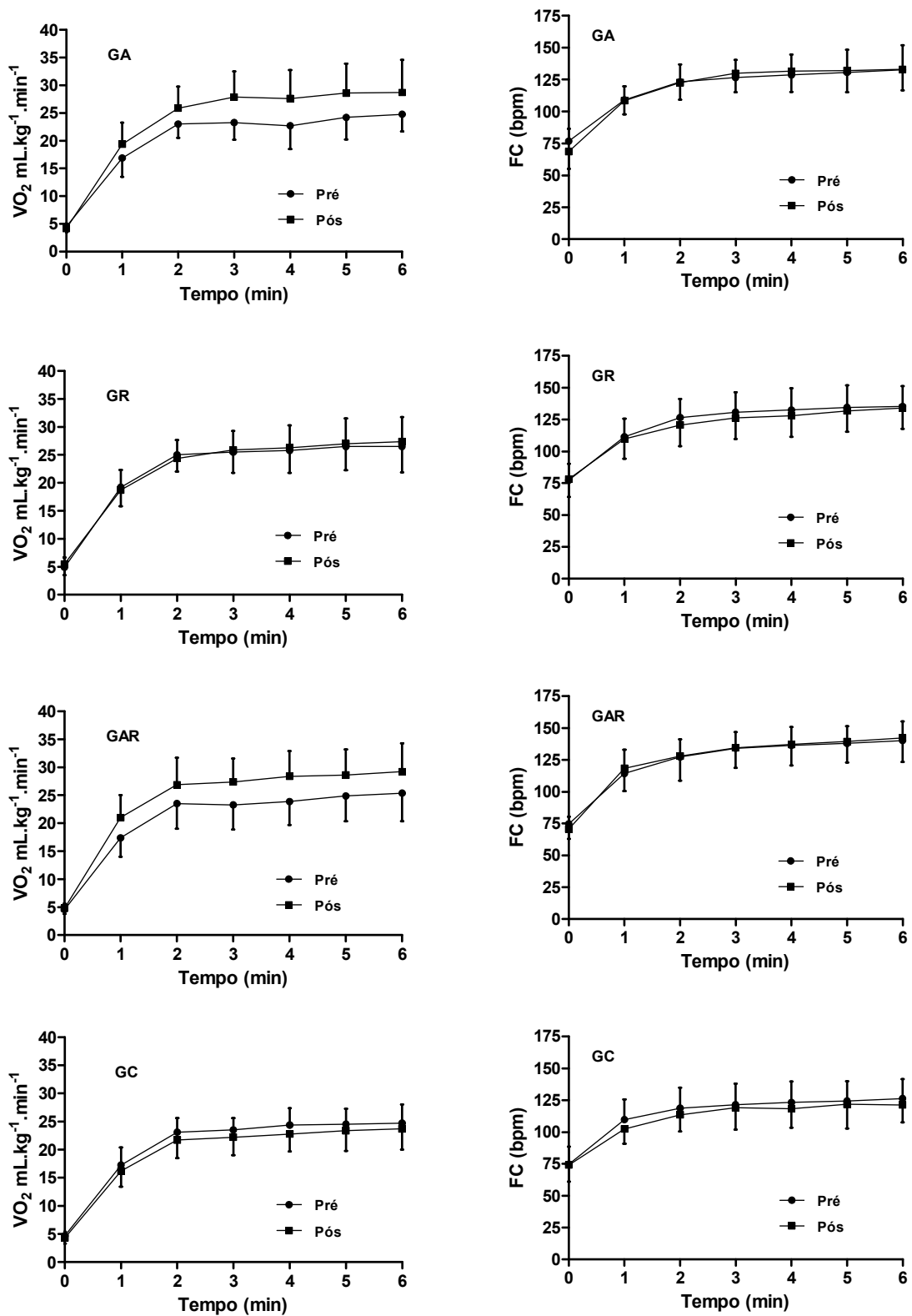


Figura 7 - Resposta do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca durante o teste de caminhada de seis minutos.

Valores apresentados como média \pm DP. Círculo (pré-intervenção) e Quadrado (pós-intervenção). Grupo Aeróbio (GA) n = 10, Grupo Resistido (GR) n = 12, Grupo Combinado (GAR) n = 10, Grupo Controle (GC) n = 11.

Tabela 10 - Valores absolutos e percentuais de mudança da força muscular, antes e após 24 semanas de exercício - 1 repetição máxima (1RM)

	GC (n = 11)			GA (n = 10)			GR (n = 12)			GAR (n = 10)		
	Pré	Pós	Δ%	Pré	Pós	Δ%	Pré	Pós	Δ%	Pré	Pós	Δ%
<i>Supino Horizontal (lb)</i>	105.5 ± 20.9	109.2 ± 21.8	4.4 ± 8.9	95.5 ± 25.5	95.0 ± 24.9	-0.2 ± 5.7	95.9 ± 16.4	120.0 ± 17.9*	26.5 ± 16.2 ^{ab}	84.0 ± 7.0	103.5 ± 8.8*	23.5 ± 9.7 ^{ab}
<i>Extensão de Quadril e Joelhos (lb)</i>	266.7 ± 54.2	283 ± 72.8	6.1 ± 11.8	284.0 ± 106.2	288 ± 101.2	3.4 ± 16.6	298.2 ± 88.3	363.6 ± 84.3*	25.9 ± 23.2	223.0 ± 51.2	307.0 ± 63.2*	40.1 ± 29.0 ^a
<i>Puxada por trás (lb)</i>	156.2 ± 22.3	157.9 ± 20.4	1.4 ± 6.0	144.5 ± 24.7	151.5 ± 24.3	5.2 ± 9.8	148.6 ± 31.2	179.5 ± 33.0*	21.5 ± 7.1 ^{ab}	148.0 ± 12.5	169.0 ± 15.5*	14.4 ± 8.5 ^{ab}
<i>Flexão dos Joelhos (lb)</i>	95.0 ± 16.4	94.6 ± 17.5	-0.1 ± 10.4	91.5 ± 23.7	93.5 ± 25.7	2.2 ± 11.8	91.4 ± 23.2	128.6 ± 27.9*	43.6 ± 23.4 ^{ab}	96.5 ± 18.1	122.0 ± 17.8*	29.1 ± 19.7 ^{ab}
<i>Flexão de Cotovelo (lb)</i>	55.0 ± 10.9	52.1 ± 11.8	-5.3 ± 9.8	48.0 ± 16.0	48.5 ± 9.7	5.2 ± 17.5	50.0 ± 8.9	68.6 ± 12.1*	38.5 ± 18.0 ^{ab}	43.0 ± 7.5	61.0 ± 13.1*	41.5 ± 15.8 ^{ab}
<i>Flexão de Tronco (lb)</i>	67.9 ± 17.2	70.8 ± 15.3	5.2 ± 8.3	69.5 ± 18.3	72.0 ± 18.4	3.9 ± 7.4	65.0 ± 9.5	86.8 ± 17.5*	33.3 ± 15.9 ^{ab}	65.5 ± 11.4	86.0 ± 13.7*	32.6 ± 18.4 ^{ab}
<i>Extensão de Cotovelo (lb)</i>	107.1 ± 24.1	105.4 ± 19.3	-0.4 ± 11.1	99.5 ± 21.9	97.5 ± 25.1	-1.6 ± 16.4	102.3 ± 15.2	145.0 ± 31.5*	42.6 ± 27.1 ^{ab}	93.5 ± 22.7	130 ± 23.4*	44.2 ± 34.2 ^{ab}
<i>Extensão de Tronco (lb)</i>	105.0 ± 16.4	102.9 ± 21.8	-2.6 ± 7.4	111.0 ± 24.0	107.5 ± 24.9	-2.2 ± 15.2	98.2 ± 21.1	127.3 ± 30.9*	29.4 ± 12.7 ^{ab}	101.5 ± 12.7	121.5 ± 18.6*	20.1 ± 15.2 ^{ab}

Os valores estão apresentados como média ± DP. Δ%: percentual de mudança; Grupo Controle (GC), Grupo Aeróbio (GA), Grupo Resistido (GR), Grupo Combinado (GAR). **a** p < 0,05 ≠ do grupo controle. **b** p < 0,05 ≠ do grupo aeróbio. * p < 0,05 ≠ intra-grupo (0 - 24 semanas).

5 DISCUSSÃO

A proposta do presente estudo foi verificar se o TC6min era capaz de detectar modificações na capacidade cardiorrespiratória de idosos saudáveis, quando estes eram submetidos a 24 semanas de treinamento aeróbio, resistido ou combinado. Os resultados demonstraram que houve melhoras da aptidão cardiorrespiratória no GA e no GAR (LA e $\dot{V}O_{2\text{pico}}$), as quais podem ter sido mediadas por fatores periféricos e centrais, como os aumentos na densidade das mitocôndrias e dos capilares sanguíneos, da mioglobina intramuscular e das enzimas do ciclo do ácido cítrico e da cadeia transportadora de elétrons ²¹, assim como por um aumento do débito cardíaco máximo ⁹². No entanto, não houve correlações significantes entre as modificações no TECR e as melhoras no desempenho do TECR (distância percorrida). Em relação aos voluntários que realizaram o exercício resistido, não foram observadas alterações significantes na aptidão cardiorrespiratória, quando avaliados pelo TECR. Isto pode ser explicado pela especificidade do exercício, o qual pode proporcionar aumentos na produção da força muscular, na atividade das enzimas glicolíticas e nos estoques da fosfocreatina intramuscular ²¹, mas não necessariamente do LA e do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, como relatado em estudos prévios ^{93, 94}. De forma geral, todos os grupos experimentais (GA, GR e GAR), quando comparados ao grupo controle, apresentaram melhoras na distância percorrida no TC6min, o que sugere que houve uma melhora da capacidade funcional, resultados esses que corroboraram com os de outros estudos ^{23, 81, 95, 96}.

Várias são as modalidades de testes que avaliam objetivamente a aptidão aeróbia ⁶⁴. Alguns fornecem uma completa avaliação de todos os sistemas envolvidos durante o exercício, como é o caso do TECR ⁹. No entanto, para a realização dessas avaliações, são necessários equipamentos sofisticados, profissionais especializados e ambientes laboratoriais controlados. Por outro lado, há outros testes mais simples, práticos e acessíveis como, por exemplo, o TC6min. Com este teste é possível avaliar a resposta global e integrada dos sistemas pulmonar, cardíaco e neuromuscular, envolvidos durante a atividade ⁹. O TC6min não fornece informações detalhadas como o TECR, mas é frequentemente usado

para avaliar as mudanças na capacidade aeróbia das pessoas saudáveis e com doenças crônicas^{9, 16, 97}.

A média de 618,1 metros, obtida no TC6min na pré-intervenção, foi compatível com a de outros estudos¹³⁻¹⁵. Enright e Sherrill¹¹ estabeleceram um equação de estimativa da distância percorrida no TC6min para idosos, baseada na idade, no peso e na altura. Quando se aplica os dados do presente estudo a esta equação de referência, percebe-se que a distância percorrida no TC6min foi 17% maior do que a estimada. Este resultado demonstra o bom estado de saúde e a ausência de limitações físicas por parte dos voluntários.

As avaliações do TC6min, na pré-intervenção, demonstraram um aumento significativo da distância no segundo teste, a qual se estabilizou com a realização do terceiro teste, indicando a necessidade do uso de apenas um teste de familiarização. Estes resultados não corroboraram com os descritos por Kervio et al.¹³, que sugeriram no mínimo a realização de dois testes de familiarização para minimizar esse “efeito de aprendizado” nos idosos. Cabe ressaltar que a amostra deste último estudo foi composta por homens e mulheres, heterogeneidade esta que pode ter gerado diferentes respostas no desempenho do TC6min^{11, 12}.

O CV é um dos parâmetros que têm sido propostos para a avaliação da confiabilidade dos dados⁹⁸. O CV da distância entre os TC6min foi, em média, de 3,6 a 4,1%, e o do $\dot{V} O_2$ de 7,2 a 8,1%. Em relação a estas variáveis, resultados semelhantes foram descritos em estudos anteriores^{13, 73}. Considerando que os sistemas metabólicos portáteis têm um CV de 5%⁷², os percentuais da variação biológica pareceram ser pequenos. De forma geral, segundo os critérios estabelecidos por Atkinson e Nevill⁹⁸, os resultados do presente estudo podem ser considerados bons (CV < 10%). Resultados similares e nas mesmas proporções foram relatados anteriormente por Kervio et al.¹³.

O valor médio do $\dot{V} O_2$ no final do TC6min (pré-intervenção), observado no presente estudo, foi um pouco mais elevado do que os relatados por Kervio et al.¹³ ($24,8 \pm 3,6$ versus $23,8 \pm 6,2$ mL.kg⁻¹.min⁻¹) para idosos saudáveis. Mais recentemente, Gremeaux et al.¹⁹, em um estudo com idosos entre os 70 e os 85 anos, relataram um valor bem inferior de $\dot{V} O_2$ ($12,5 \pm 2,6$ mL.kg⁻¹.min⁻¹) no TC6min.

Esta divergência nos valores médios de $\dot{V}O_2$ talvez possa ser explicada por uma diferença na intensidade da caminhada, a qual, neste estudo, foi 4,2% maior do que a observada no de Kervio et al.¹³ e de 98,4% no de Gremeaux et al.¹⁹. Além disto, esta maior intensidade da caminhada também pode ser verificada pelo percentual do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ obtido no teste, o qual no presente estudo esteve próximo a 88%. No caso do estudo de Gremeaux et al.¹⁹, a média obtida foi de 67,4% do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, e no de Kervio et al.¹³ de 79,6%. Estes valores percentuais são menores do que os observados no presente estudo, o que caracteriza um menor ritmo e uma menor intensidade de caminhada.

Após 24 semanas, houve um aumento do $\dot{V}O_2$ no GA e no GAR obtidos no TC6min, o qual pode ter ocorrido em função de uma menor eficiência da caminhada, pois houve também um aumento significativo no custo de O_2 . Há uma relação entre o custo de O_2 e a velocidade da caminhada, a qual pode ser representada graficamente na forma de “U”. As velocidades mais econômicas estão próximas a 1.33 m.s^{-1} ⁷⁶, e quanto mais distante desta velocidade considerada confortável por Bohannon⁹⁹ maior é o custo de O_2 . Pode-se observar que, no presente estudo, o aumento no custo de O_2 ocorreu de forma concomitante ao aumento na velocidade da caminhada, o que pode ter ocasionado a perda da linearidade entre eles.

Os resultados do presente estudo contrastaram com os de Beneke e Meyer⁸², os quais observaram uma redução de 27% no custo de O_2 nos pacientes com insuficiência cardíaca crônica, submetidos a três semanas de exercícios aeróbios (cicloergômetro e esteira / 3 vezes por semana / $\sim 70\% \dot{V}O_{2\text{pico}}$). Segundo os autores, o aumento da velocidade no TC6min, após o programa de exercício físico, resultou em uma melhora na técnica da caminhada, o que conseqüentemente gerou uma melhor eficiência. Cabe ressaltar que as avaliações foram realizadas em uma esteira, durante seis minutos, com os voluntários escolhendo a sua velocidade de preferência. Em contraste, mais recentemente, Mian et al.⁸¹ observaram uma melhora da capacidade funcional em idosos com um ano de exercício físico combinado (aeróbio, resistido e equilíbrio), medido pelo aumento da distância no TC6min ($1,63$ para $1,73 \text{ m.s}^{-1}$), mas não detectaram uma melhora na eficiência do custo de O_2 em diferentes velocidades controladas ($0,83$; $1,11$; $1,39$ e $1,67 \text{ m.s}^{-1}$). No estudo de Beneke e Meyer⁸², a velocidade média inicial realizada no TC6min foi

baixa ($0,68 \text{ m.s}^{-1}$), mas aumentou de forma significativa ($1,16 \text{ m.s}^{-1}$) após o programa de exercício, tendo aproximado o resultado das velocidades consideradas mais econômicas. Ao contrário, no presente estudo, em função do bom estado funcional dos voluntários, a velocidade média da caminhada na avaliação pré-intervenção foi em média bem superior à observada no estudo de Beneke e Meyer⁸², do mesmo modo que, após o programa de exercício, o GA e o GAR aumentaram de forma significativa a velocidade da caminhada, o que proporcionou ainda mais um distanciamento das velocidades consideradas mais econômicas, podendo ter gerado uma maior ineficiência muscular durante a caminhada.

A FC é um índice de tolerância ao esforço, que varia de acordo com a distância percorrida no TC6min ou com a carga de trabalho no TECR¹⁰⁰. A FC no final do TC6min, antes e após as 24 semanas de exercício, foram similares no GA e no GAR, mesmo com uma maior distância percorrida no TC6min. Resultados semelhantes foram relatados anteriormente por Deley et al.¹⁰¹ e Gremeaux et al.¹⁰², Quando a FC foi medida nas velocidades de $2,4$ (1% de inclinação) e $3,2 \text{ km.h}^{-1}$ (2% de inclinação) no TECR, antes e após a intervenção, houve uma significativa redução da FC para todos os grupos experimentais, indicando melhoras no metabolismo aeróbio. Estes resultados estão de acordo com estudos anteriores, os quais investigaram os efeitos do exercício físico sobre a aptidão cardiorrespiratória dos idosos^{3, 4, 103}. No caso do GA e GAR, a ausência de modificação na FC no final do TC6min pode ser explicada por um aumento na distância percorrida durante o TC6min, a qual reflete um aumento da velocidade da caminhada. Como a FC é um parâmetro estritamente relacionado à carga de trabalho, o aumento da velocidade da caminhada acarretou um aumento na FC. Como nos demais grupos experimentais (GA e GAR), após as 24 semanas de intervenção, o GR não alterou a FC no final do TC6min. Por outro lado, o GR diminuiu a FC para as mesmas velocidades submáximas medidas durante o TECR, antes e após a intervenção. Estes resultados indicaram a existência de uma melhor tolerância ao exercício, e corroboraram com outros estudos que também investigaram os efeitos do exercício resistido sobre as respostas cardiovasculares submáximas^{4, 90}.

Na pré-intervenção houve uma correlação moderada e significativa do $\dot{V} \text{O}_{2\text{pico}}$ com a distância percorrida no TC6min ($r = 0,51$), resultado que corroborou

com os obtidos em outros estudos ^{19, 20}. Estas correlações não necessariamente implicam em uma causalidade, mas a partir desta análise transversal seria possível sugerir que um aumento ou um declínio do $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ poderia refletir indiretamente uma melhora ou uma piora na distância alcançada no TC6min. A distância do TC6min também se correlacionou com o $\dot{V} O_2$ referente ao LV ($r = 0,39$). Este resultado foi similar aos de Kervio et al. ²⁰, os quais observaram o mesmo comportamento em pacientes com insuficiência cardíaca crônica. Como relatado anteriormente por Simar et al. ¹⁵, houve também uma correlação da FC final do TC6min com a FCmax e com a FC do LV ($r = 0,62$), o que demonstrou uma boa associação entre as intensidades do exercício no TC6min e no TECR. Todos estes resultados sugerem que o uso do TC6min pode ser um bom parâmetro para predizer a aptidão cardiorrespiratória.

Os resultados da avaliação longitudinal do presente estudo demonstraram que, após uma intervenção de 24 semanas com exercício físico, mais especificamente, exercícios aeróbio ou combinado, não há uma relação entre as mudanças no desempenho do TC6min (distância percorrida) e as melhoras no $\dot{V} O_2$ obtidas no TECR. Assim, as melhoras no $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ poderiam não ser detectadas por melhoras no desempenho do TC6min. Estas descobertas estão em contraste com as relatadas por Moala et al. ¹⁰⁴. Estes autores estudaram crianças com doenças cardíacas congênitas, submetidas a um programa de exercícios aeróbios, e observaram que as melhoras nos parâmetros do TECR estavam correlacionados com melhoras no desempenho do TC6min. No presente estudo, as melhoras no desempenho do TC6min para o GA (5,5%) e para o GAR (4,6%) foram modestas, como anteriormente reportado por Mian et al. ⁸¹. Provavelmente, estas pequenas melhoras no TC6min podem ter sido o resultado de um possível “efeito teto”, tendo em vista que os idosos do presente estudo apresentaram inicialmente uma boa capacidade funcional. Esta afirmação pode ser confirmada pelo bom desempenho no TC6min e pelos valores de $\dot{V} O_{2\text{pico}}$, os quais estavam dentro dos limites da normalidade, segundo as equações que estimam a distância do TC6min ¹¹ e o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ ⁴⁴. Quando se comparam as melhoras no desempenho do TC6min deste estudo com outros que utilizaram pessoas com prejuízos funcionais, pode-se observar que as respostas destes outros estudos são bem mais expressivas. Por

exemplo, Moala e al. ¹⁰⁴ relataram que, após 12 semanas de intervenção com exercício aeróbio, havia uma melhora de 13,3% para crianças com doença cardíaca congênita, e Gremeaux et al. ¹⁰² que, para pessoas com doença coronariana, submetidas a uma intervenção de seis semanas com exercício combinado (aeróbios e resistidos), houve uma melhora de 12,8%.

Após 24 semanas de intervenção, os exercícios aeróbio e combinado proporcionaram, respectivamente, um aumento médio de 15,0 e 12,6% no $\dot{V} O_{2\text{pico}}$, resultados que foram próximos aos observados em outros estudos ^{5-7, 47}. Além disto, as melhoras do $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ e do LV obtidas após os programas de exercícios aeróbio e combinado, foram similares. Estes resultados confirmaram a hipótese de que a combinação dos exercícios aeróbio e resistido em dias alternados, com a frequência de 3 vezes por semana, poderia ser uma boa alternativa de combinação de exercícios para melhorar a aptidão cardiorrespiratória e a força muscular dos idosos. Os resultados do presente estudo corroboraram com as observações de Izquierdo et al. ⁹⁰, os quais observaram que a redução proporcional do volume de exercício não prejudicava o ganho de força muscular e de aptidão aeróbia. Parece que o exercício resistido pode complementar o exercício aeróbio e vice-versa. Um resultado semelhante foi observado no GAR, o qual melhorou os parâmetros de aptidão aeróbia (o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ e a vLV) proporcionalmente ao GA. Algumas compatibilidades, utilizando a estratégia de redução do volume de exercício semanal, foram anteriormente relatadas para a melhora da potência máxima durante testes em cicloergômetro ^{89, 90}, e para o tempo de exaustão submáximo (85% FCmax) realizado em esteira ⁵⁷. No presente estudo, verificou-se que este comportamento também foi observado para o $\dot{V} O_{2\text{pico}}$ e para a vLV em idosos.

A força muscular aumentou de forma significativa no GR e no GAR em todos os testes de 1RM. Não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as melhoras do GR e do GAR, sugerindo que a diminuição do volume semanal de exercício resistido no GAR e a complementação com exercícios aeróbios, no intuito de manter um similar volume semanal, não teve impacto sobre o ganho de força muscular, o que confirmou as descobertas de estudos anteriores com adultos e idosos ^{89, 90}.

Algumas limitações no presente estudo devem ser consideradas. O bom perfil funcional dos participantes do estudo pode não representar a população de idosos. Esta característica provavelmente está ligada ao fato de que os critérios de inclusão foram direcionados para a admissão de indivíduos saudáveis. No entanto, os resultados podem ser usados para comparações com outros grupos de idosos que possuem limitações funcionais. Outra possível limitação foi o tamanho amostral dos grupos. Mesmo com as expressivas e significantes respostas dos parâmetros do TECR e do TC6min, após as intervenções com exercícios aeróbio e combinado, é importante ter cautela na interpretação dos resultados no que se refere às correlações, pois estas podem depender do tamanho amostral.

6 CONCLUSÕES

- No presente estudo não se observou uma significativa correlação entre as mudanças no desempenho do TC6min e as mudanças nos parâmetros do TECR. Este resultado sugere que o TC6min não é apropriado para avaliar a melhora dos parâmetros cardiorrespiratórios de idosos saudáveis submetidos a 24 semanas de intervenção com exercícios resistido, aeróbio ou combinado. No entanto, o TC6min é sem dúvida uma importante ferramenta que permite avaliar a melhora da capacidade funcional, podendo ser utilizado como uma avaliação complementar ao TECR.
- Após 24 semanas de intervenção houve um aumento do $\dot{V} O_2$ no final do TC6min no GA e no GAR, acompanhado por um aumento no custo de O_2 , o que sugeriu haver uma piora na eficiência da caminhada após o período de treinamento. Este comportamento pode ter ocorrido em função de um aumento da velocidade na caminhada.

7 ANEXOS

ANEXO 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Protocolo de Pesquisa: “Efeito dos exercícios resistido, aeróbio e combinado sobre a capacidade funcional de idosos”

Doutorando: Marcos Gonçalves de Santana

Orientador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Objetivo:

Você está sendo convidado a participar do presente estudo, que tem como objetivo avaliar o efeito do exercício físico sobre a capacidade funcional de idosos.

Procedimentos:

O protocolo do estudo é composto por quatro grupos (Controle, Aeróbio, Força e Combinado), nos quais os voluntários serão distribuídos aleatoriamente (sorteio).

Os voluntários dos grupos experimentais (Aeróbio, Força e Combinado), deverão realizar 110 visitas ao Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) da Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia (AFIP), com a finalidade de realizar exames clínicos, avaliações, reavaliações e programa de exercício. Já os voluntários do grupo controle realizarão os mesmos procedimentos dos grupos experimentais, exceto o programa de exercício. Para isso, os voluntários do grupo controle deverão realizar 38 visitas ao CEPE.

Inicialmente todos os voluntários serão submetidos aos exames que compõem nosso critério de inclusão, que são: exames clínicos (realizado pelo médico), exames cardiológicos (eletrocardiograma de repouso e de esforço) e exames de sangue. Para as avaliações laboratoriais serão coletados 15 ml de sangue da veia do braço. Após a liberação médica, os voluntários estarão aptos a participar do protocolo de pesquisa.

O protocolo experimental terá inicialmente um período de adaptação aos procedimentos (três sessões de exercícios “sem carga” em todos os equipamentos). Após esse período, todos os voluntários realizarão uma avaliação inicial que necessitará de aproximadamente 10 visitas ao laboratório. Em seguida, os voluntários, exceto os do grupo controle, realizarão um programa de exercício com duração de 6 meses (3 vezes por semana). Durante este período, todos os voluntários, inclusive os do grupo controle, realizarão duas reavaliações, uma no final de três meses (6 visitas) e outra no final dos 6 meses (6 visitas). O tempo total de duração do estudo será de aproximadamente 9 meses.

Durante as avaliações e reavaliações todos os voluntários realizarão os seguintes testes.

Exames de sangue: Para as avaliações laboratoriais serão coletados 15 ml de sangue da veia do braço.

Avaliação Funcional: Nesta avaliação, serão realizadas caminhadas de longa distância (duração de 6 minutos) acompanhada por um aparelho portátil para avaliar a respiração.

Teste de força máxima: neste teste você fará inicialmente um aquecimento de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica. Em seguida, serão realizadas de 3 - 5 tentativas de uma repetição, para determinar a carga máxima alcançada pelo indivíduo. Os períodos de recuperação serão de 3 minutos entre as tentativas.

Avaliação isocinética: Será avaliada a força máxima durante a extensão e flexão do joelho da perna dominante. Isto será feito sentado em uma cadeira, aonde você terá o tronco fixado por cintos ao assento, e a perna presa em um dispositivo que irá capturar e transmitir o valor da força para um computador. Antes do teste fará um aquecimento em bicicleta por cinco minutos e depois do teste um alongamento. A avaliação será feita em aproximadamente 30 minutos.

Teste incremental: este teste será realizado para determinar a capacidade máxima do indivíduo durante um exercício em esteira. Para isto, será utilizada uma esteira rolante, com velocidade inicial de 1.6 Km.h^{-1} e incrementos de 0.8 Km.h^{-1} e 1% de inclinação a cada dois minutos. A duração média deste teste é de aproximadamente 20 (vinte) minutos.

Para os grupos experimentais, as sessões de exercícios terão duração inicial de 40 minutos, podendo chegar ao final do experimento a 60 minutos. A intensidade

será gradualmente aumentada e ajustada. Todos os exercícios serão supervisionados por educadores físicos.

Riscos e desconfortos:

Eletrcardiograma de repouso e esforço (ECG): a cola do eletrodo pode causar irritação leve da pele e você pode apresentar sintomas de cansaço físico e fadiga muscular no final do teste.

Coleta de sangue: a inserção do cateter poderá causar dor, e em alguns casos, causar hematoma.

Sessão de avaliação e/ou exercício: após cada sessão de avaliação e/ou exercício você poderá sentir cansaço físico e fadiga muscular.

Benefícios:

Acredita-se que os voluntários possam ser beneficiados com a prática de exercícios físicos. Nesse sentido, após o período experimental, será oferecido aos voluntários do grupo controle a oportunidade de participar do programa de exercício.

Os voluntários estarão contribuindo com informações importantes para outras pessoas no futuro. Todos os voluntários serão mantidos informados sobre os resultados do estudo.

Garantias:

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para o esclarecimento de eventuais dúvidas e qualquer investigador envolvido nesta pesquisa pode ser contatado a qualquer momento, no seguinte endereço, Rua Marselhesa, 535, ou pelo telefone (11) 55720177.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre os aspectos éticos desse estudo entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), na Rua Botucatu, 572, 1º andar, cj 14, telefone (11) 55711062, FAX: (11) 55397162.

Você também tem garantido a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ou sem afetar a sua relação com a Universidade Federal de São Paulo.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo

orçamento da pesquisa. No entanto, não haverá ressarcimento ao voluntário referente a despesas com transportes.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Confidencialidade:

Os resultados desse estudo serão publicados em revistas científicas especializadas. No entanto, as informações obtidas serão analisadas em conjunto com a de outros participantes, não sendo divulgada a identificação de qualquer participante.

Participação:

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Efeito dos exercícios resistido, aeróbio e combinado sobre a capacidade funcional de idosos”. Eu discuti com o investigador principal (Prof. Ms. Marcos Gonçalves de Santana), membro da equipe de pesquisadores, sobre a minha decisão em participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

Assinatura do voluntário / representante legal

Data: __/__/__.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data: __/__/__.

ANEXO 2



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 30 de novembro de 2007.
CEP 1592/07

Ilmo(a). Sr(a).
Pesquisador(a) MARCOS GONÇALVES DE SANTANA
Co-investigadores: Marco Túlio de Melo (orientador), Alan Herjes O Silva, Cristina Yoshida
Disciplina/Departamento: Programa de Pós-graduação em Nutrição da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo
Patrocinador: Recursos Próprios.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: "Efeito dos exercícios resistido, aeróbio e combinado sobre a capacidade funcional de idosos".

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: Intervenção terapêutica não medicamentosa.

RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: Risco mínimo, desconforto leve, envolvendo coleta de sangue.

OBJETIVOS: Avaliar o efeito de diferentes tipos de exercício físico (resistência aeróbia, força e combinado) sobre os diferentes parâmetros da capacidade funcional de idosos.

RESUMO: O estudo será conduzido no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício do Departamento de Psicobiologia da UNIFESP. Cada voluntário passará por uma entrevista inicial, será submetido a um exame clínico geral, além dos exames de eletrocardiograma de repouso e esforço e de sangue (hemograma, glicemia, IGF-1, testosterona livre e testosterona total). Os voluntários serão distribuídos em 4 grupos de 15 pessoas: grupo aeróbio, grupo força, grupo combinado aeróbio e força e grupo controle. O programa de treinamento foi elaborado de acordo com as recomendações do colégio americano de medicina do esporte. Os grupos de intervenção serão submetidos a uma intervenção de 6 meses de treinamento físico. Todos os grupos serão avaliados antes do início do experimento e reavaliados ao final da 12ª e 24ª semana. Para avaliação, serão determinados: composição corporal, teste de força máxima, teste de pico de torque máximo e de potência muscular, teste incremental de rampa e testes funcionais..

FUNDAMENTOS E RACIONAL: Para prevenir ou minimizar os efeitos deletérios do envelhecimento, sugere-se que a participação em um programa de exercícios físicos seja uma efetiva intervenção contra os declínios funcionais e de saúde, comuns nas idades avançadas, e que a combinação entre os exercícios aeróbios e de força melhoram a aptidão física e a saúde de idosos. Este estudo visa avaliar o efeito de diferentes tipos de exercício físico na capacidade funcional de idosos..

MATERIAL E MÉTODO: Estão descritos os procedimentos a serem realizados, e os testes a serem aplicados. O estudo será conduzido em local com infra-estrutura adequada, estando inserido na linha de pesquisa do orientador.

TCLE: .

DETALHAMENTO FINANCEIRO: Sem financiamento externo -.

8 REFERÊNCIAS

1. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1435-45.
2. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. Strength training and determinants of VO_2 max in older men. *J Appl Physiol* 1990;68(1):329-33.
3. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Kallas HE, Lowenthal DT. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. *Arch Intern Med* 2002;162(6):673-8.
4. Lovell DI, Cuneo R, Gass GC. Strength training improves submaximum cardiovascular performance in older men. *J Geriatr Phys Ther* 2009;32(3):117-24.
5. Sillanpaa E, Hakkinen A, Nyman K, et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(5):950-8.
6. Sillanpaa E, Laaksonen DE, Hakkinen A, et al. Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *Eur J Appl Physiol* 2009;106(2):285-96.
7. Karavirta L, Tulppo MP, Laaksonen DE, et al. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1436-43.

8. Neder JA, Nery LE. Fisiologia clínica do exercício - teoria e prática. 1 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2002.
9. ATS/ACCP. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-77.
10. Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR, Ventura HO. Understanding the basics of cardiopulmonary exercise testing. *Mayo Clin Proc* 2006;81(12):1603-11.
11. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(5 Pt 1):1384-7.
12. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J* 1999;14(2):270-4.
13. Kervio G, Carre F, Ville NS. Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(1):169-74.
14. Camarri B, Eastwood PR, Cecins NM, Thompson PJ, Jenkins S. Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years. *Respir Med* 2006;100(4):658-65.
15. Simar D, Malatesta D, Dauvilliers Y, Prefaut C, Varray A, Caillaud C. Aerobic and functional capacities in a selected active population of European octogenarians. *Int J Sports Med* 2005;26(2):128-33.
16. Rikly RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 1999;7:129-61.

17. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J* 1985;132(8):919-23.
18. Cahalin L, Pappagianopoulos P, Prevost S, Wain J, Ginns L. The relationship of the 6-min walk test to maximal oxygen consumption in transplant candidates with end-stage lung disease. *Chest* 1995;108(2):452-9.
19. Gremeaux V, Iskandar M, Kervio G, Deley G, Perennou D, Casillas JM. Comparative analysis of oxygen uptake in elderly subjects performing two walk tests: the six-minute walk test and the 200-m fast walk test. *Clin Rehabil* 2008;22(2):162-8.
20. Kervio G, Ville NS, Leclercq C, Daubert JC, Carre F. Intensity and daily reliability of the six-minute walk test in moderate chronic heart failure patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(9):1513-8.
21. Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? *Sports Med* 1998;25(3):191-200.
22. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004;34(5):329-48.
23. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59(1):48-61.
24. Paschoal SMP. Epidemiologia do envelhecimento. In: Papaléo Netto M, ed. *Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada*. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 1996.

25. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. 2006.
26. Carvalho Filho ET, Alencar YMG. Teorias do Envelhecimento. In: Carvalho Filho ET, Papaléo Netto, M., ed. Geriatria: fundamentos, clínica e terapêutica. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 2000:1-8.
27. Spirduso W, Francis K, MacRae P. Physical dimensions of aging. 2 ed. Champaign: Human Kinetics, 2005.
28. Papaléo Netto M, Ponte JR. Envelhecimento: desafio na transição do século. In: Papaléo Netto M, ed. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 1996:3-12.
29. Fleg JL, Morrell CH, Bos AG, et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation* 2005;112(5):674-82.
30. Hakkinen A. Ageing and neuromuscular adaptation to strenght training. In: Komi PV, ed. Strength and power in sport. 2 ed. Oxford: Blackwell Science, 2003:409-23.
31. Bembem MG. Age-related alterations in muscular endurance. *Sports Med* 1998;25(4):259-69.
32. Bassett DR, Jr., Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(1):70-84.
33. ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):992-1008.

34. Fitzgerald MD, Tanaka H, Tran ZV, Seals DR. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. *J Appl Physiol* 1997;83(1):160-5.
35. Rogers MA, Hagberg JM, Martin WH, 3rd, Ehsani AA, Holloszy JO. Decline in VO_2 max with aging in master athletes and sedentary men. *J Appl Physiol* 1990;68(5):2195-9.
36. Shepard RJ. Aging physical activity, and healthy. Champaign: Human Kinetics, 1997.
37. Ogawa T, Spina RJ, Martin WH, 3rd, et al. Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation* 1992;86(2):494-503.
38. Coggan AR, Spina RJ, King DS, et al. Histochemical and enzymatic comparison of the gastrocnemius muscle of young and elderly men and women. *J Gerontol* 1992;47(3):B71-6.
39. Proctor DN, Joyner MJ. Skeletal muscle mass and the reduction of VO_2 max in trained older subjects. *J Appl Physiol* 1997;82(5):1411-5.
40. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO_2 max. *J Appl Physiol* 1988;65(3):1147-51.
41. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, 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* 2007;39(8):1423-34.

42. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1510-30.
43. Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LJ, Conlee RK. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther* 1990;70(5):287-94.
44. ACSM. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
45. ACSM. *Guidelines for exercise testing and prescription*. 7 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2006.
46. 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* 1998;30(6):975-91.
47. Huang G, Gibson CA, Tran ZV, Osness WH. Controlled endurance exercise training and VO₂max changes in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol* 2005;8(4):217-25.
48. Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med* 2004;34(12):809-24.
49. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(2):364-80.

50. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol* 1984;56(4):831-8.
51. Docherty D, Sporer B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med* 2000;30(6):385-94.
52. Medicine ACoS. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8 ed: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
53. Tseng BS, Marsh DR, Hamilton MT, Booth FW. Strength and aerobic training attenuate muscle wasting and improve resistance to the development of disability with aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50 Spec No:113-9.
54. Hurley MV, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheumatol* 1998;37(11):1181-7.
55. Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE, et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol* 1995;78(3):976-89.
56. McCarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(3):511-9.
57. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(10):1751-8.

58. Ferketich AK, Kirby TE, Alway SE. Cardiovascular and muscular adaptations to combined endurance and strength training in elderly women. *Acta Physiol Scand* 1998;164(3):259-67.
59. Skinner JS. Exercise testing and exercise prescription for special cases. In: Skinner JS, ed. *Aging for exercise testing and exercise prescription*. 1 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
60. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957;35(3):307-15.
61. Mazzeo RS, Tanaka H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med* 2001;31(11):809-18.
62. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):674-88.
63. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(4):635-43.
64. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther* 2000;80(8):782-807.
65. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7.
66. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001;119(1):256-70.

67. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. *JAMA* 1968;203(3):201-4.
68. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJ. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J* 1976;1(6013):822-3.
69. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1982;284(6329):1607-8.
70. Lothian F, Farrally MR, Mahoney C. Validity and reliability of the Cosmed K2 to measure oxygen uptake. *Can J Appl Physiol* 1993;18(2):197-206.
71. Corry IS, Duffy CM, Cosgrave AP, Graham HK. Measurement of oxygen consumption in disabled children by the Cosmed K2 portable telemetry system. *Dev Med Child Neurol* 1996;38(7):585-93.
72. Hauswirth C, Bigard AX, Le Chevalier JM. The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake measurements during exercise. *Int J Sports Med* 1997;18(6):449-53.
73. da Cunha-Filho IT, Henson H, Protas EJ. Reliability of a portable gas analyzer during a 5-min walk test. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86(6):469-73.
74. Kervio G, Ville NS, Leclercq C, Daubert JC, Carre F. Cardiorespiratory adaptations during the six-minute walk test in chronic heart failure patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004;11(2):171-7.
75. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med* 1996;21(4):292-312.

76. Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. *Gait Posture* 1999;9(3):207-31.
77. Gottschall JS, Kram R. Energy cost and muscular activity required for propulsion during walking. *J Appl Physiol* 2003;94(5):1766-72.
78. Griffin TM, Roberts TJ, Kram R. Metabolic cost of generating muscular force in human walking: insights from load-carrying and speed experiments. *J Appl Physiol* 2003;95(1):172-83.
79. Malatesta D, Simar D, Dauvilliers Y, et al. Energy cost of walking and gait instability in healthy 65- and 80-yr-olds. *J Appl Physiol* 2003;95(6):2248-56.
80. Mian OS, Thom JM, Ardigo LP, Narici MV, Minetti AE. Metabolic cost, mechanical work, and efficiency during walking in young and older men. *Acta Physiol (Oxf)* 2006;186(2):127-39.
81. Mian OS, Thom JM, Ardigo LP, Morse CI, Narici MV, Minetti AE. Effect of a 12-month physical conditioning programme on the metabolic cost of walking in healthy older adults. *Eur J Appl Physiol* 2007;100(5):499-505.
82. Beneke R, Meyer K. Walking performance and economy in chronic heart failure patients pre and post exercise training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;75(3):246-51.
83. Hakkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand* 2001;171(1):51-62.

84. Shaw CE, McCully KK, Posner JD. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J Cardiopulm Rehabil* 1995;15(4):283-7.
85. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986;60(6):2020-7.
86. Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. Assessment of exercise intensity formulas by use of ventilatory threshold. *Chest* 1988;94(1):95-8.
87. Kraemer WJ, Ratames NA, Fry AC, French DN. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ, Foster C, eds. *Physiological Assessment of Human Fitness*. 2 ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006:119–50.
88. Evans WJ. Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(1):12-7.
89. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibanez J, Kraemer WJ, Gorostiaga EM. 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* 2005;94(1-2):70-5.
90. Izquierdo M, Ibanez J, K HA, Kraemer WJ, Larrion JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(3):435-43.
91. Gluer CC, Blake G, Lu Y, Blunt BA, Jergas M, Genant HK. Accurate assessment of precision errors: how to measure the reproducibility of bone densitometry techniques. *Osteoporos Int* 1995;5(4):262-70.

92. Coudert J, Van Praagh E. Endurance exercise training in the elderly: effects on cardiovascular function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2000;3(6):479-83.
93. Hagberg JM, Graves JE, Limacher M, et al. Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *J Appl Physiol* 1989;66(6):2589-94.
94. Hickson RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980;45(2-3):255-63.
95. Toraman NF, Erman A, Agyar E. Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys Act* 2004;12(4):538-53.
96. Toraman NF, Ayceman N. Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *Br J Sports Med* 2005;39(8):565-8; discussion 8.
97. Rikli RE. Reliability, validity, and methodological issues in assessing physical activity in older adults. *Res Q Exerc Sport* 2000;71(2 Suppl):S89-96.
98. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;26(4):217-38.
99. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing* 1997;26(1):15-9.
100. Vinet A, Nottin S, Lecoq AM, Obert P. Cardiovascular responses to progressive cycle exercise in healthy children and adults. *Int J Sports Med* 2002;23(4):242-6.

101. Deley G, Kervio G, Van Hoecke J, Verges B, Grassi B, Casillas JM. Effects of a one-year exercise training program in adults over 70 years old: a study with a control group. *Aging Clin Exp Res* 2007;19(4):310-5.
102. Gremeaux V, Deley G, Duclay J, Antoine D, Hannequin A, Casillas JM. The 200-m fast-walk test compared with the 6-min walk test and the maximal cardiopulmonary test: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil* 2009;88(7):571-8.
103. Hepple RT, Mackinnon SL, Goodman JM, Thomas SG, Plyley MJ. Resistance and aerobic training in older men: effects on VO_2 peak and the capillary supply to skeletal muscle. *J Appl Physiol* 1997;82(4):1305-10.
104. Moalla W, Gauthier R, Maingourd Y, Ahmaidi S. Six-minute walking test to assess exercise tolerance and cardiorespiratory responses during training program in children with congenital heart disease. *Int J Sports Med* 2005;26(9):756-62.

Abstract

The aim of this study was to determine whether the six-minute walk test (6-MWT) can detect changes in cardiorespiratory fitness in healthy elderly men, after 24 weeks of aerobic, resistance and combined exercise. Forth three sedentary elderly men, aged 65-75 years, were allocated on four groups: aerobic group (AG, n = 10), resistance group (RG, n = 12), combined group - aerobic+resistance (ARG, n = 10) and control group (CG, n = 11). The intensity on AG was between 50 and 75% heart rate reserve, on RG between 50 and 80% of one maximum repetition and on ARG the sessions was intercalated with aerobic (AG) and resistance (RG) exercises. The training frequency was 3 times/week. Aerobic fitness was assessing using a cardiorespiratory exercise test (CRET) and the 6-MWT. In the pre-intervention, there was a moderate and significant correlation of 6-MWT distance with the $\dot{V} O_{2peak}$ ($r = 0,51$; $p < 0,001$), and with the $\dot{V} O_2$ ventilatory threshold - $\dot{V} O_2 VT$ ($r = 0,39$; $p = 0,010$). The 6-MWT $\dot{V} O_2$ correlated with the $\dot{V} O_{2peak}$ ($r = 0,67$; $p < 0,001$). The longitudinal analysis showed a significant improve on $\dot{V} O_{2peak}$ of AG ($\Delta\% = 15,0 \pm 9,1\%$) and ARG ($\Delta\% = 12,6 \pm 10,4\%$) compared with CG ($\Delta\% = -0,8 \pm 8,5\%$; $p < 0,001$). In the 6-MWT, there was a significant increase in distance walked on AG ($\Delta\% = 5,5 \pm 5,3\%$), RG ($\Delta\% = 2,7 \pm 5,2\%$) and ARG ($\Delta\% = 4,6 \pm 2,8\%$) compared to CG ($\Delta\% = -3,0 \pm 5,9\%$; $p < 0,001$). However, longitudinal analysis showed no significant correlation between the changes (post - pre-intervention) of 6-MWT distance with the changes on $\dot{V} O_{2peak}$ (AG: $r = 0,57$; $p = 0,08$ e ARG: $r = 0,18$; $p = 0,63$), and with the changes on speed in the VT (AG: $r = -0,12$; $p = 0,738$ e ARG: $r = -0,25$; $p = 0,481$). Thus, we can conclude that the 6-MWT is not appropriate to evaluate the changes in cardiorespiratory fitness of healthy elderly men, after 24 weeks of intervention with aerobic, resistance or combined exercise.

Keywords: aging, physical training, oxygen uptake, elderly and six minute walk test.

Bibliografia Consultada

Rother ET, Braga MER. Como elaborar sua tese. Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica. São Paulo, 2001.