



Análise de taxa metabólica basal e composição corporal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência

Hanna K.M. Antunes^{1,2}, Ruth F. Santos¹, Rita A. Boscolo², Orlando F.A. Bueno^{1,3} e Marco Túlio de Mello^{1,2,3}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de comparar a taxa metabólica basal e a composição corporal antes e após um programa de exercício de resistência. Foram selecionados 46 voluntários do sexo masculino com idade entre 60 e 75 ($66,97 \pm 4,80$ anos), que foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: 1) grupo controle, que foi orientado a não alterar seus hábitos rotineiros e não se engajar em nenhum programa de exercício físico; e 2) grupo experimental, que participou de um programa de exercícios em cicloergômetro três vezes por semana (60 minutos) em dias alternados por seis meses, com intensidade prescrita referente à frequência cardíaca do limiar ventilatório 1 (LV-1). Os voluntários foram submetidos a avaliação da composição corporal (DEXA); calorimetria indireta, análise sanguínea e teste ergoespirométrico. Após o período de estudo, foram observados decréscimo significativo nos hormônios tireoidianos e mudanças no metabolismo basal em ambos os grupos, mas não foram constatadas alterações na composição corporal. No entanto, o grupo experimental apresentou aumento significativo no consumo de oxigênio pico e na carga de trabalho referente à intensidade do LV-1. Os dados sugerem que um programa de exercícios aeróbios na intensidade do LV-1 não é suficiente para provocar alterações favoráveis no metabolismo basal e composição corporal de idosos, embora promova benefícios cardiovasculares.

RESUMEN

Análisis de la tasa metabólica de descanso y la composición corporal en veteranos hombres antes y después de seis meses de ejercicio de endurance

El objetivo de este trabajo fué el de comparar la tasa metabólica basal y la composición corporal antes y después de un programa de ejercicio de endurance. Fueron seleccionados 46 voluntarios del sexo masculino con edad entre 60 y 75 (66.97 ± 4.80 años) que fueron distribuidos aleatoriamente en 2 grupos: 1) grupo control, que fué orientado a no alterar sus hábitos rutinarios y no se encajar en ningún programa de ejercicio físico; y 2) grupo experimental, que participó de un programa de ejercicios en cicloergometro 3 veces por semana (60 minutos) en días alternados por seis meses

1. Departamento de Psicobiologia – Universidade Federal de São Paulo-Unifesp/EPM.

2. Centro de Pesquisa do Exercício e Psicobiologia (Cepe-Cenesp) – Unifesp/EPM.

3. Pesquisador do CNPq.

Recebido em 29/11/04. 2ª versão recebida em 10/1/05. Aceito em 25/1/05.

Endereço para correspondência: Hanna Karen Moreira Antunes, Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício, Departamento de Psicobiologia, Universidade Federal de São Paulo – Unifesp/EPM, Rua Marselhesa, 535, Vila Clementino – 04020-060 – São Paulo, SP, Brasil. Tel.: # (55-11) 5572-0177, fax: # (55-11) 5572-5092. E-mail: hannakaren@psicobio.epm.br.

Palavras-chave: Metabolismo basal. Idosos. Composição corporal. Exercício aeróbio.

Palabras-clave: Metabolismo basal. Añosos. Composición corporal. Ejercicio aeróbico.

con intensidad prescrita referente a la frecuencia cardíaca del umbral ventilatorio 1 (VT-1). Los voluntarios fueron sometidos a una evaluación de la composición corporal (DEXA); calorimetría indirecta, análisis sanguíneo y test ergoespirométrico. Después del período de estudio, fue observado un decrecimiento significativo en las hormonas tiroideas y cambios en el metabolismo basal en ambos grupos, pero no fueron observadas alteraciones en la composición corporal. En tanto, el grupo experimental presentó un aumento significativo en el consumo de oxígeno pico y en la carga de trabajo referente a la intensidad del VT-1. Los datos sugieren que un programa de ejercicios aeróbicos en la intensidad del VT-1 no es suficiente para provocar alteraciones favorables en el metabolismo basal y en la composición corporal de añosos, así mismo promueve beneficios cardiovasculares.

INTRODUÇÃO

Todos os organismos vivos gastam energia na tentativa de manter a homeostase celular. O consumo diário de energia em humanos pode ser dividido em três partes: a energia consumida em repouso responde por 60-75% do gasto energético total diário, o efeito térmico dos alimentos (10%) e a atividade física (15-30%)⁽¹⁾.

A taxa metabólica basal (TMB) mede a quantidade mínima de energia necessária para manter as funções fisiológicas em repouso^(2,3). O conhecimento dessa taxa é importante em aplicações clínicas, por definir o suporte nutricional adequado e determinar as necessidades calóricas para o balanço energético⁽⁴⁾.

Muitos estudos têm relatado que a TMB diminui com a idade^(5,7), fato atribuído a fatores tais como a quantidade diminuída de massa magra e ao concomitante aumento da massa gorda⁽⁸⁾, conteúdos alterados de fluidos corporais^(4,9), alterações na temperatura corporal^(4,10), alterações do humor e estresse⁽¹¹⁾, alterações hormonais⁽⁵⁾, área corporal⁽⁴⁾, inatividade física^(5,7), genética individual⁽¹⁰⁾ e envelhecimento⁽¹²⁾.

Tem havido crescente preocupação com o estudo da taxa metabólica basal devido à sua relação com os riscos de ganho de massa gorda^(13,14), especialmente em idosos, uma vez que uma baixa taxa metabólica pode contribuir para a prevalência de altas taxas de sobrepeso e obesidade neste grupo etário⁽¹⁵⁾.

Classicamente, exercícios de resistência têm sido utilizados para induzir alterações na composição corporal, basicamente pela sua habilidade de auxiliar o uso de energia, particularmente o uso de gorduras, mas muitos dos resultados relatados não são convincentes⁽¹⁶⁾. Alguns estudos relataram maiores TMB após exercícios de resistência⁽¹⁷⁾, enquanto outros estudos não encontraram alterações significantes⁽¹⁸⁾ e outros ainda pequena redução na TMB⁽¹⁹⁾.

Considerando essas discrepâncias na literatura e a importância da TMB no envelhecimento, o presente estudo buscou avaliar os efeitos de um programa de exercícios resistidos na intensidade do limiar ventilatório 1 (LV-1) sobre o metabolismo basal e a composição corporal de idosos sedentários e saudáveis.

METODOLOGIA

Quarenta e seis idosos do sexo masculino foram selecionados de um total de 118, de acordo com os seguintes critérios: nenhum sintoma clínico ou indicativo de doença cardiovascular; ausência de uso de medicação que pudesse alterar a função cardiovascular ou a taxa metabólica basal; ausência de uso de droga psicotrópica; nenhuma desordem metabólica; estilo de vida sedentário (ou seja, sem atividade física habitual) e nenhuma intervenção cirúrgica recente. O critério usado para determinar o estilo de vida sedentário foi baseado em entrevistas, no uso de um breve questionário para a medida de atividade física habitual⁽²⁰⁾ e análise de consumo de oxigênio.

O Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal de São Paulo aprovou todos os métodos e procedimentos (nº 207/01). A natureza do estudo, seus objetivos e possíveis riscos foram cuidadosamente explicados a todos os voluntários com antecedência e eles assinaram o termo de consentimento.

A amostra final constou de 46 voluntários do sexo masculino, sedentários e saudáveis, com idade entre 60 e 75 anos ($66,97 \pm 4,80$ anos), aleatoriamente divididos em dois grupos: grupo controle ($n = 23$) e grupo experimental ($n = 23$). As características de ambos os grupos são apresentadas na tabela 1. Previamente ao procedimento, uma avaliação médica incluiu eletrocardiogramas em repouso e durante o esforço para avaliação de parâmetros cardiovasculares.

Não houve controle sobre a dieta e os indivíduos permaneceram com suas rotinas alimentares *ad libitum*.

Descrição dos grupos

Os membros do grupo controle foram orientados a não alterar suas rotinas diárias e não se engajar em nenhum programa de exercício físico. Os indivíduos foram monitorados longitudinalmente através de telefonemas mensais para que mantivéssemos contato e pudéssemos informá-los do andamento do estudo. Eles foram também informados de que, apesar de não fazerem parte do programa de treinamento, poderiam vir a fazê-lo após o período de intervenção do grupo experimental.

O grupo experimental participou do programa de treinamento aeróbico em dias alternados (três vezes por semana) durante seis meses. As sessões eram contínuas, com duração inicial de 20 minutos, aumentando progressivamente para um máximo de 60, em cicloergômetro (*Lifecycle 9.500 HR*) prescritas após as avaliações ergoespirométricas (LV-1) das variações das frequências cardíacas dos sujeitos. A carga de trabalho foi ajustada de acordo com os princípios do treinamento; observou-se a relação entre volume e intensidade. Em todas as sessões, todos os sujeitos tiveram sua pressão arterial verificada e sua frequência cardíaca monitorada em intervalos de cinco segundos usando um *Polar Advantage NV*.

Procedimento experimental

Avaliação física

Composição corporal – A composição corporal foi medida através de varredura DEXA (absorciometria radiológica de energia dupla, usando o modelo DPX-IQ #5781 a partir da radiação lunar, Madison, WI). A massa corporal foi determinada com precisão de 0,001kg empregando balança eletrônica com os sujeitos descalços e usando roupas leves. A altura foi medida por estadiômetro com precisão de 1mm.

Teste ergoespirométrico – Avaliação cardiopulmonar na qual os gases exalados são analisados através da medida direta do consumo de oxigênio para determinar o limiar ventilatório. Este teste determinou as seguintes variáveis: consumo de oxigênio pico ($\dot{V}O_{2pico}$), limiar ventilatório 1 (LV-1), ventilação máxima (VE_{max}); frequência cardíaca máxima (FC_{max}), frequência cardíaca no limiar ventilatório 1 (LV-1 FC) e carga de trabalho na intensidade do limiar. Para obter as variáveis respiratórias e metabólicas, medimos as trocas gasosas respiratórias (*SensorMedics – V_{max} 29 series* – Metabolic Measurement Cart, Yorba Linda, CA). O sistema foi calibrado para o pré-teste usando concentrações conhecidas de gás (O_2 e CO_2) e a calibração do fluxo foi conduzida com o uso de uma seringa de três litros. O teste foi realizado em um cicloergômetro (*Life-cycle 9.500 HR*). O procedimento envolveu incrementos de carga de 25 watts a cada dois minutos; a carga de aquecimento inicial foi de três minutos a 25 watts e o teste foi concluído quando os sujeitos alcançaram a margem segura de consumo de oxigênio pico. A pressão arterial foi monitorada durante o teste e o equipamento *Polar Advantage NV* monitorou a frequência cardíaca em intervalos de cinco segundos. Os testes foram conduzidos no mesmo período do dia (das 8 às 11 da manhã) em ambiente laboratorial climatizado e padronizado. Os critérios usados para determinar o consumo de oxigênio no limiar ventilatório foram os descritos por Wasserman *et al.* (1973)⁽²¹⁾ e Wasserman e Koike (1992)⁽²²⁾: 1) aumento exponencial da ventilação (VE , L/min); 2) aumento abrupto no quociente respiratório (R); 3) aumento sistemático equivalente ventilatório de oxigênio ($VE/\dot{V}O_2$) sem mudanças no equivalente $VE/\dot{V}CO_2$; 4) aumento da fração expirada de O_2 ($\%FeO_2$).

Taxa de metabolismo basal – Foi determinada através de calorimetria indireta de circuito aberto, medida em condições-padrão de laboratório. Para se obter as medidas mais próximas possíveis de suas condições fisiológicas, os sujeitos foram orientados a dormir por pelo menos oito horas por noite, a permanecer em jejum por pelo menos 12 horas antes da determinação do índice metabólico basal e a não fazer uso de medicação ou cafeína para as medições da TMB e não se engajar em nenhuma atividade física por 48 horas antes das medições. Cada sujeito foi transportado para o local dos testes por veículo motorizado para garantir mínima atividade antes da determinação da TMB. As medições foram feitas das 6:30 às 8:00 da manhã; os sujeitos foram calmamente deitados, permanecendo imóveis, na posição supina, em estado de vigilância durante o teste, realizado em ambiente com temperatura e umidade controladas, onde o barulho era mantido mínimo. O consumo de O_2 foi medido por 30 minutos e analisado em intervalos médios de 20 segundos (*"Vista Turbofit" software*, Ventura, CA – USA), usando um sistema metabólico computadorizado (*Vista Mini CPX Metabolic System*, Vacumed, California, *Pentium II*, 750mHz – USA). Uma máscara nasal de Hans Rudolph (Kansas City, MO – USA) foi posicionada nos sujeitos, todo o ar exalado pela boca e nariz foi canalizado para o equipamento de análise de gás. O equipamento foi calibrado antes do teste, utilizando-se concentração conhecida de gás (O_2 e CO_2) e uma seringa de três litros foi usada para calibrar o fluxo. O gasto energético (Kcal/dia) foi calculado usando a equação de Weir⁽²³⁾ e expresso por 24 horas. Uma sessão prática foi conduzida para familiarizar os sujeitos com os aparatos e procedimentos antes da primeira medição, a fim de diminuir a ansiedade durante as avaliações.

Análise do sangue – Coletas matutinas (períodos pré e pós-intervenção) através de punção venosa superficial no antebraço com voluntários a 12 horas em estado pós-absortivo. Análise de hormonal: T3 (triiodotironina), T4 (tiroxina) e TSH (hormônio de estimulação da tireóide, tirotropina). O principal exame da TSH foi o ensaio imunoenzimático e o principal exame da T3 e T4 foi um imunoteste de enzima competitiva TOSOH-Tokyo-Japan (coeficiente de variação T3 (CV) – intrateste: 3,3%; interteste: 2,6%; sensibilidade estimada em 15ng/dL; T4 CV – intrateste: 5,7%; interteste: 4,5%; sensibilidade estimada em 0,3ug/dL; TSH CV – intrateste: 2,8%;

interteste: 2,3%; sensibilidade estimada em 0,06uIU/mL). Todas estas análises sanguíneas foram selecionadas devido a suas relações com a taxa metabólica basal.

Análise estatística

O programa *Statistics for Windows*[®], versão 5.5, foi utilizado para as análises estatísticas. Para determinar o número de voluntários necessários, usamos uma análise de potência. O teste *t* de Student para amostras dependentes foi usado para comparar os resultados intragrupo pré e pós-intervenção e o teste *t* de Student para amostras independentes usado para comparações intergrupo. A variação *delta s* (resultados pós *menos* pré-intervenção) foi calculada para mostrar o tamanho das diferenças nos períodos pré e pós-intervenção e entre os grupos. A análise de variância ANOVA (2x tempo/2x grupo) foi usada para determinar os efeitos dos períodos de intervenção (efeito do tempo). Os procedimentos de covariância foram usados para analisar a taxa metabólica e os dados foram ajustados estatisticamente para alterações na composição corporal (massa magra). O nível de significância mínimo foi adotado para 5% e os dados são mostrados como média ± desvio-padrão.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra os dados da amostra inicial. Não houve diferenças significantes intergrupos.

TABELA 1
Dados iniciais das amostras

Variáveis	Controle (n = 23)	Experimental (n = 23)
Idade (anos)	65,86 ± 3,80	68,08 ± 5,49
Massa corporal (kg)	76,38 ± 11,10	77,56 ± 13,45
Altura (m)	1,67 ± 0,58	1,69 ± 0,85
IMC (kg/m ²)	27,17 ± 3,09	27,06 ± 3,75

IMC = Índice de massa corporal (peso/altura²).

A tabela 2 mostra os resultados da análise de composição corporal medida pela DEXA. Diferenças significantes intergrupos foram observadas na variável gordura total (%) nos períodos pré e pós-intervenção ($p \leq 0,04$ e $p \leq 0,03$ respectivamente). Não houve alterações significantes nas outras análises.

TABELA 2
Resultados da avaliação da composição corporal

Variáveis	Controle (n = 23)		Experimental (n = 23)		Δ (Pós-Pré)		
	Antes	Após	Antes	Após	Controle	Experimental	P
Massa corporal (kg)	76,38 ± 11,10	76,90 ± 10,81	77,56 ± 13,46	77,06 ± 14,47	0,52 ± 2,54	-0,50 ± 2,07	0,14
IMC (kg/m ²)	27,17 ± 3,09	27,59 ± 3,23	27,06 ± 3,75	26,95 ± 4,04	0,42 ± 1,23	-0,10 ± 0,80	0,095
Gordura total (%)	29,45 ± 3,56	29,53 ± 3,66	25,94 ± 7,68 [#]	25,55 ± 7,86 [†]	0,8 ± 1,05	-0,39 ± 1,71	0,26
IMC total	2837,17 ± 368,06	2845,78 ± 376,48	2966,34 ± 467,12	2970,13 ± 471,20	8,60 ± 31,94	3,78 ± 53,72	0,71
% região gorda total	28,36 ± 3,43	28,43 ± 3,56	24,92 ± 7,40	24,56 ± 7,66	0,78 ± 1,05	-0,39 ± 1,70	0,26
Tecido total	73,51 ± 9,64	73,74 ± 9,55	73,05 ± 12,96	72,77 ± 13,25	0,23 ± 1,10	-0,27 ± 2,11	0,30
Massa magra total (kg)	51,65 ± 5,47	51,74 ± 5,17	53,33 ± 6,20	53,34 ± 6,27	83,74 ± 810,66	8,91 ± 1914,01	0,86

Teste t de Student para variáveis independentes, resultados significantes para a condição pré-intervenção, $p \leq 0,05$.

† Teste t de Student para variáveis independentes, resultados significantes para a condição pós-intervenção, $p \leq 0,05$.

TABELA 3
Resultados dos testes físicos

Variáveis	Controle (n = 23)		Experimental (n = 23)		Δ (Pós-Pré)			
	Antes	Após	Antes	Após	Controle	Experimental	P	
Taxa metabólica basal	Gasto energético Kcal/dia	1772,59 ± 304,64	1634,10 ± 302,66*	1861,51 ± 247,122	1561,7 ± 263,751**	-138,49 ± 251,48	-300,04 ± 245,73 [#]	0,032
Teste ergoespirométrico	VO ₂ pico (L)	1,22 ± 0,37	1,18 ± 0,36	1,43 ± 0,38	1,43 ± 0,31 [†]	-0,4 ± 0,12	-0,0 ± 0,27	0,54
	VO ₂ pico (ml)	15,46 ± 3,93	14,95 ± 3,72	18,61 ± 4,82 [#]	19,24 ± 4,25 [†]	-0,51 ± 1,85	0,62 ± 3,77	0,20
	FC _{Max}	130,17 ± 15,64	131,04 ± 24,59	127,57 ± 14,52	124,78 ± 16,69	0,87 ± 15,91	-2,78 ± 12,90	0,39
	LV-1 (L)	0,87 ± 0,34	0,83 ± 0,32	0,95 ± 0,30	1,09 ± 0,27**	-0,04 ± 0,15	0,13 ± 0,21 [#]	0,02
	LV-1 (ml)	11,36 ± 3,14	13,91 ± 14,45	12,42 ± 3,35	14,43 ± 3,18*	2,54 ± 13,40	2,01 ± 2,83	0,85
	LV-1 HR	107,65 ± 13,27	107,83 ± 18,84	102,65 ± 16,81	109,83 ± 15,52*	0,17 ± 9,93	7,17 ± 11,43 [#]	0,03
	VE (L)	49,24 ± 17,11	46,70 ± 15,74	54,93 ± 14,24	56,14 ± 11,15 [†]	-2,54 ± 6,87	1,21 ± 10,51	0,15
Limiar carga de trabalho (watts)	50,00 ± 16,85	53,26 ± 15,63	50,35 ± 26,89	98,91 ± 31,51**	3,26 ± 11,44	48,57 ± 22,40 [#]	0,001	

* Teste t de Student para amostras dependentes, resultados significantes para o mesmo grupo, $p \leq 0,05$.

Teste t de Student para amostras independentes, resultados significantes para a condição pré-intervenção, $p \leq 0,05$.

† Teste t de Student para amostras independentes, resultados significantes para a condição pós-intervenção, $p \leq 0,05$.

Legenda: VO₂ – consumo de oxigênio; FC – frequência cardíaca; LV – limiar ventilatório; VE_{Max} – ventilação máxima; pico – máxima condição alcançada.

A tabela 3 mostra os resultados do teste físico, ou seja, a análise da taxa metabólica basal e o teste ergoespirométrico. Quando os grupos foram comparados antes e após o período de intervenção, reduções significantes no metabolismo basal em ambos os grupos foram observadas com diferença significante intergrupo na condição pós-intervenção ($p \leq 0,03$). Este dado é mostrado na figura 1. A análise ANOVA detectou diferenças no fator tempo [$F_{(1,44)}$

= 35,77; $p < 0,00001$] e interação [$F_{(1,44)} = 4,85$; $p = 0,032$]. A comparação do grupo experimental antes e após o período de intervenção mostrou diferenças nas seguintes variáveis: VO₂ na intensidade LV-1 (relativa e absoluta), frequência cardíaca e carga de trabalho na mesma intensidade e pressão diastólica nos períodos pré e pós-teste ergoespirométrico. Comparando os grupos na condição do período pós-intervenção, diferenças significantes entre

os grupos controle e experimental foram observadas com relação às seguintes variáveis: $\dot{V}O_2$ de pico relativo e absoluto ($p \leq 0,001$ e $p \leq 0,02$, respectivamente), carga de trabalho em $\dot{V}O_2$ (absoluta) na intensidade LV-1 ($p \leq 0,001$ e $p \leq 0,005$, respectivamente) na ventilação máxima ($p \leq 0,02$) e na pressão diastólica pós-teste final ($p \leq 0,04$). A análise ANOVA detectou diferenças no $\dot{V}O_2$ pico relativo: o efeito grupo [$F_{(1,44)} = 4,81$; $p = 0,03$] e nenhuma diferença significativa no efeito tempo [$F_{(1,44)} = 0,38$; $p = 0,53$]; no $\dot{V}O_2$ pico absoluto: o efeito grupo [$F_{(1,44)} = 10,25$; $p = 0,002$] e nenhuma diferença significativa no efeito tempo [$F_{(1,44)} = 0,017$; $p = 0,89$]; no limiar da carga de trabalho: o efeito grupo [$F_{(1,44)} = 12,61$; $p = 0,0009$], efeito tempo [$F_{(1,44)} = 97,62$; $p = 0,00001$] e interação [$F_{(1,44)} = 74,59$; $p = 0,00001$]. Nenhuma alteração significativa foi observada nas outras variáveis.

A tabela 4 mostra os resultados da análise bioquímica. Reduções significativas em T3 e T4 foram observadas em ambos os grupos ($p \leq 0,05$). A análise ANOVA detectou diferenças no fator tempo para as variáveis T3 [$F_{(1,44)} = 19,89$; $p = 0,00006$] e T4 [$F_{(1,44)} = 45,55$; $p < 0,00001$]. As outras análises não mostraram diferenças significativas.

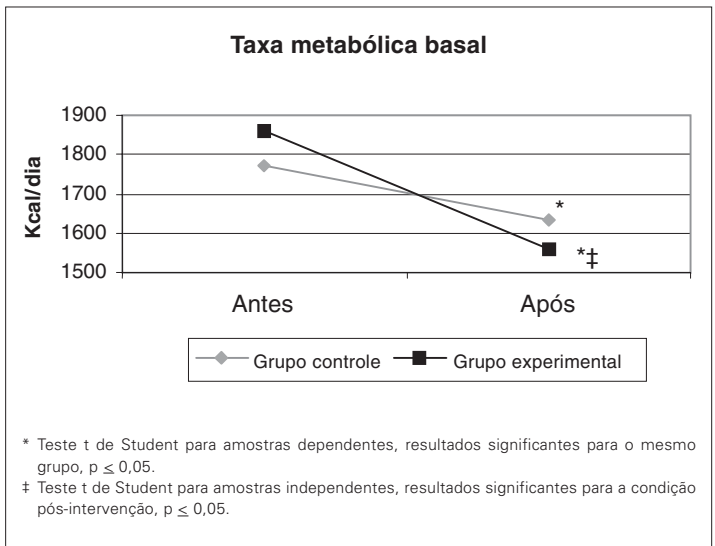


Fig. 1 – Taxa metabólica basal

TABELA 4
Resultado da análise bioquímica

Variáveis	Controle (n = 23)			Experimental (n = 23)			Δ (Pós-Pré)		
	Antes	Após	P	Antes	Após	P	Controle	Experimental	p
T3 (ng/dL)	105,75 ± 27,83	97,93 ± 31,16*	0,02	106,27 ± 17,53	91,45 ± 12,84*	0,001	-7,81 ± 14,43	-14,81 ± 18,04	0,17
T4 (ug/dL)	7,97 ± 1,74	7,38 ± 1,96*	0,005	8,07 ± 1,34	6,57 ± 1,07*	0,001	-0,59 ± 0,84	-1,50 ± 1,12*	0,05
TSH (uIU/mL)	3,83 ± 4,20	3,67 ± 4,09	0,53	2,53 ± 1,96	2,33 ± 1,21	0,47	-0,15 ± 1,09	-0,19 ± 1,25	0,91

* Teste t de Student para amostras dependentes, resultados significantes para o mesmo grupo, $p \leq 0,05$.

DISCUSSÃO

Comparando-se os períodos pré e pós-intervenção, nosso estudo não encontrou alterações significativas na composição corporal nos grupos controle e experimental. Este fato não era esperado, uma vez que existem relatos na literatura sobre alterações substanciais nessa variável após programas de exercício aeróbico bem como alterações igualmente substanciais em indivíduos que se mantêm sedentários⁽¹⁶⁾. Entretanto, uma vez que as características do grupo estudado devem ser levadas em consideração, utilizamos idosos sedentários e saudáveis que têm sido sedentários por pelo menos 40 anos. Parece improvável que o período de intervenção relativamente curto (seis meses) tenha tido um efeito, dado o período prolongado de inatividade relatado pelos sujeitos. Por razões de segurança, não seria apropriado aumentar demasiadamente a intensidade do exercício a menos que existissem períodos de intervenção maiores para permitir este procedimento de maneira gradual. Um outro ponto de vista que deve ser considerado é o de que esta faixa etária geralmente tem habilidade diminuída para se adaptar a estímulos fisiológicos⁽²⁴⁻²⁶⁾. Outros estudos, entretanto, demonstraram a habilidade de adultos nesta faixa etária em se adaptar ao treinamento^(27,28). Além do mais, é importante considerar as diferenças encontradas na massa gorda (maior no grupo controle) e consumo de oxigênio (menor no grupo controle) e a ausência de modificação na dieta. A falta destas observações é a maior limitação do nosso estudo.

Por outro lado, redução significativa no metabolismo basal foi observada em ambos os grupos. No grupo experimental, isso se dá parcialmente devido ao tipo de exercício prescrito (sujeitos usaram cicloergômetro com seu peso corporal sustentado) e não houve trabalho de resistência específico para estimular a síntese proteica e consequentemente mudança na alteração da massa magra e possivelmente aumento do metabolismo basal. O decréscimo na TMB poderia ser considerado uma adaptação funcional na pre-

servação da massa corporal frente ao aumento no gasto energético. Talvez tivéssemos visto diferentes resultados da TMB com cargas de trabalho maiores, ou se os sujeitos tivessem feito intervalos de treinamento apropriados aos seus estados fisiológicos. A redução observada no grupo controle pode estar relacionada a fatores tais como menor massa celular ativa⁽⁶⁾, menor ingestão de alimentos⁽⁵⁾, redução no consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$)⁽²⁹⁾ ou devido ao próprio envelhecimento⁽³⁰⁾.

Outro fator associado com a redução na TMB que pode auxiliar nosso entendimento do dado observado é a diminuição significativa nos hormônios da tireóide T3 e T4 que observamos nos grupos controle e experimental. De acordo com Poehlman *et al.* (1993)⁽²⁾, os hormônios da tireóide podem agir como moduladores do declínio da TMB com a idade, por intervirem na termogênese e na regulação da taxa metabólica.

A melhora na função aeróbica do grupo experimental foi observada no consumo de oxigênio e nos parâmetros de frequência cardíaca na intensidade do limiar ventilatório aeróbico e, particularmente, em suas cargas de trabalho na intensidade do limiar. Embora a prescrição do exercício tenha sido ajustada para intensidade relativamente baixa, houve melhora significativa no aparato cardiovascular. De acordo com Ready e Quinney (1982)⁽³¹⁾ e Bosquet *et al.* (2002)⁽³²⁾, a variação na intensidade do exercício físico em relação ao limiar ventilatório anaeróbico leva a alterações benéficas em alguns parâmetros fisiológicos. A prescrição de exercícios mais intensos leva a melhores respostas ao treinamento, dessa maneira sugerindo que a resposta adaptativa possa depender da intensidade do treinamento. Entretanto, o estado físico dos sujeitos antes da prescrição deve ser considerado, particularmente em idosos. Idosos sedentários de longo prazo devem começar com programa de exercícios de baixa intensidade.

Outro importante aspecto observado nesta investigação foi a adesão ao programa de exercício; o fato de não haver desistências

em nenhum dos grupos mostrou a fidelidade desta população específica. É certamente um dado importante que esta faixa etária mostre fidelidade, dedicação, responsabilidade e determinação. Isso sugere que exercícios físicos regulares podem ser bem efetivos na manutenção do conjunto de habilidades funcionais, promovendo acentuados sentimentos de bem-estar em idosos. É um método de relativo baixo custo e pode ser adotado por um maior número de pessoas.

CONCLUSÕES

Os dados sugerem que um programa de exercícios resistidos prescritos à intensidade LV-1 com o uso do cicloergômetro por seis meses não é suficiente para revelar modificações favoráveis significativas na composição corporal de idosos do sexo masculino que relatam estilo de vida sedentário por períodos prolongados e tam-

pouco reduzir a TMB, muito embora tal programa seja capaz de melhorar substancialmente a condição cardiopulmonar.

O uso de um programa de intervalo que integre quatro sessões semanais, usando um componente aeróbico preliminar, seguido de um componente anaeróbico (hipertrófico, mais especificamente), poderia ser boa alternativa para reverter esta condição.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos a Afip, Capes, Cepe/Cenesp-Unifesp, CNPq e Fapesp (Cepid sono) pelo apoio financeiro e agradecemos a Sergio Garcia Stella pela excelente assistência técnica e a dois revisores anônimos por sugestões com relação ao manuscrito.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Wang Z, Heshka S, Gallagher D, Boozer CN, Kotler DP, Heymsfield SB. Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000;279:E539-45.
2. Poehlman ET, Goran MI, Gardner AW, Ades PA, Arciero PJ, Katzman-Rooks SM, et al. Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. *J Appl Physiol* 1993;264 (Endocrinol Metab 27):E450-5.
3. Westerterp KR. Limits to sustainable human metabolic rate. *J Exp Biol* 2001; 204:3183-7.
4. McArdle WD, Katch FI, Katch VC. Energy physiology: energy, nutrition and human performance. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996.
5. Poehlman ET, McAuliffe TL, Van Houten DR, Danforth Jr E. Influence of age and endurance training on metabolic rate and hormones in healthy men. *J Appl Physiol* 1990;259 (Endocrinol Metab 22):E66-E72.
6. Rothenberg EM, Bosaeus IG, Westerterp KR, Steen BC. Resting energy expenditure, activity energy expenditure and total energy expenditure at age 91-96 years. *Br J Nutr* 2000;84:319-24.
7. Van Pelt RE, Dinneno FA, Seals DR, Jones PP. Age-related decline in RMR in physically active men: relation to exercise volume and energy intake. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;281:E633-9.
8. Fukagawa NK, Bandini LG, Yong JB. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. *J Appl Physiol* 1990;259 (Endocrinol Metab 22):E233-8.
9. Shock NW, Watkin DM, Yiengst MJ, Norris GW, Gaffney GW, Gregerman RI, Falzone JA. Age differences in the water content of the body as related to basal oxygen consumption in males. *J Gerontol* 1963;18:1-8.
10. Rising R, Keys A, Ravussin E, Bogardus C. Concomitant interindividual variation in body temperature and metabolic rate. *Am J Physiol* 1992;263 (Endocrinol Metab 26):E730-4.
11. Schmidt WD, O'Connor PJ, Cochrane JB, Cantwell M. Resting metabolic rate is influenced by anxiety in college men. *J Appl Physiol* 1996;80:638-42.
12. Poehlman ET. Effect of exercise on daily energy needs in older individuals. *Am J Clin Nutr* 1998;68:997-8.
13. Ravussin E, Lillioja S, Knowler WC, Christin L, Freymond D, Abbott WG, et al. Reduced rate of energy expenditure as a risk factor for body-weight gain. *N Engl J Med* 1998;318:467-72.
14. Ravussin E, Swinburn B. Metabolic predictors of obesity. *Int J Obes* 1993;17: S28-S31.
15. Piers LS, Soares MJ, McCormack LM, O'Dea K. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? *J Appl Physiol* 1998;85:2196-204.
16. Dolenzal BA, Potteiger JA. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol* 1998;85:695-700.
17. Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH. The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1992;55:802-10.
18. Sjodin AM, Forslund AH, Westerterp KR, Andersson AB, Forslund JM, Hambræus LM. The influence of physical activity on BMR. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:85-91.
19. Thompson JL, Manore MM, Thomas JR. Effects of diet and diet plus exercise programs on resting metabolic rate: a meta analysis. *Int J Sport Nutr* 1996;6:41-61.
20. Baecke JAH, Burema J, Frijters JER. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982; 36:936-42.
21. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 1973;35:236-45.
22. Wasserman K, Koike A. Is the anaerobic threshold truly anaerobic? *Chest* 1992; 101(5 Suppl):211s-8s.
23. De Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with especial reference to protein. *J Physiol Lond* 1948;109:1-9.
24. Elward K, Larson EB. Benefits of exercise for older adults: a review of existing evidence and current recommendations for the general population. *Clin Geriatr Med* 1992;8:35-50.
25. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Med* 2000;29:1-12.
26. Mazzeo RS, Tanaka H. Exercise prescription for the elderly. Current recommendations. *Sports Med* 2001;31:809-18.
27. Kohrt WM, Obert KA, Holloszy JO. Exercise training improves fat distribution patterns in 60- to 70-year-old men and women. *J Gerontol* 1992;47:M99-105.
28. Coggan AR, Spina RJ, King DS, Rogers MA, Brown M, Nemeth PM, Holloszy JO. Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60- to 70-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1992;72:1780-6.
29. Poehlman ET, Berke EM, Joseph JR, Gardner AW, Katzman-Rooks SM, Goran MI. Influence of aerobic capacity, body composition and thyroid hormones on the age-related decline in resting metabolic rate. *Metab Clin Exp* 1992;41:915-21.
30. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Cien e Mov* 2000;8:21-32.
31. Ready AE, Quinney HA. Alterations in anaerobic threshold as the result of endurance training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:292-6.
32. Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med* 2002;32:675-700.