

Efeito do Exercício Físico na Sensibilidade à Insulina em Mulheres Obesas Submetidas a Programa de Perda de Peso: Um Ensaio Clínico

RESUMO

O objetivo deste estudo foi de avaliar o efeito do exercício sobre a sensibilidade insulínica, metabolismo lipídico e perda de peso em mulheres submetidas a programa de redução ponderal. Realizou-se ensaio clínico com 40 mulheres obesas (IMC de 30,41 a 53,29 kg/m²), incluindo 20 em cada grupo. Ambos os grupos (intervenção e controle) receberam orientação nutricional e apoio psicológico. O grupo de intervenção também realizou três sessões semanais de exercícios físicos durante 20 semanas. As variáveis antropométricas foram medidas em três momentos. A análise através de medidas repetidas (modelo linear misto) mostrou redução de 2 kg peso corporal ($p = 0,02$) e de 0,88 kg/m² no Índice de Massa Corporal ($p = 0,02$), ao final de 20 semanas, do grupo intervenção comparado ao controle. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para variáveis relativas à localização da gordura corporal (circunferência de cintura e relação cintura-quadril), perfil lipídico e sensibilidade insulínica medida pelo HOMA-IR. Os ácidos graxos livres apresentaram elevação no grupo intervenção comparado ao controle (diferença entre os grupos = 0,30 mmol/L; $p = 0,002$). A inclusão de exercícios no programa de redução do peso promoveu maior redução ponderal, aumentou os AGLs, mas não alterou a sensibilidade insulínica em mulheres obesas. (**Arq Bras Endocrinol Metab 2007;51/6:993-999**)

Descritores: Obesidade; Sensibilidade insulínica; Exercício físico; Redução de peso

ABSTRACT

Effects of Exercise on Insulin Sensitivity in Obese Women Submitted to a Weight Loss Program: a Clinical Trial.

The aim of this study was to evaluate the effects of exercise on insulin sensitivity, lipid metabolism and weight loss in women submitted to a weight reduction program. The study consisted in a clinical trial including 40 obese women (BMI 30.41 to 53.29 kg/m²), 20 in each group. Both groups received nutritional counseling and psychological support. The intervention group participated in supervised exercise three times per week for 20 weeks. For the anthropometric measurements, which were taken at three times, the linear mixed modeling procedure showed a reduction of 2 kg in body mass ($p = 0.02$) and 0.88 kg/m² in the Body Mass Index ($p = 0.02$) in intervention group compared with controls after 20 weeks of treatment. We did not detect significant differences between the two groups for body fat location (waist circumference and waist-to-hip ratio), serum lipoprotein profile, and insulin sensitivity evaluated by HOMA-IR. Serum levels of free fatty acids significantly increased in the intervention group compared with controls (difference between groups = 0,30 mmol/L; $p = 0,002$). The addition of physical exercise in a weight reduction program promoted greater weight loss, increased free fatty acids, but did not alter insulin sensitivity in obese women. (**Arq Bras Endocrinol Metab 2007;51/6:993-999**)

Keywords: Obesity; Insulin sensitivity; Physical exercise; Weight loss

artigo original

MAURO FELIPPE FELIX MEDIANO
JOSÉ SILVIO DE OLIVEIRA BARBOSA
ROSELY SICHIERI
ROSÂNGELA ALVES PEREIRA

Laboratório de Fisiologia aplicada à Educação Física (MFFM & JSOB) e Instituto de Medicina Social (RS), Universidade Estadual do Rio de Janeiro — UERJ; e Programa de Pós-Graduação em Nutrição (MFFM & RAP), Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro — UFRJ, RJ.

Recebido em 20/10/06

Revisado em 24/01/07

Aceito em 03/04/07

A OBESIDADE CONSTITUI ATUALMENTE um dos maiores problemas de saúde pública. Sua repercussão sobre a saúde dos indivíduos está associada à elevada incidência de diversas enfermidades, particularmente aquelas relacionadas aos distúrbios cardiovasculares e metabólicos como hipertensão arterial sistêmica, intolerância à glicose, resistência à insulina diabetes mellitus tipo 2 e dislipidemias (1).

Reaven (2) foi um dos primeiros a observar associação entre o excesso de peso e baixa sensibilidade à atuação da insulina, sendo, atualmente, a obesidade um fator de risco bem reconhecido para o desenvolvimento de resistência à insulina (RI).

Um fator associado à RI em obesos é o aumento da concentração de ácidos graxos livres (AGLs). Altos níveis de AGLs são comumente observados em indivíduos obesos e podem interferir na utilização da glicose, através da diminuição da atividade da enzima glicogênio-sintase e aumento nos depósitos de triglicérides intramuscular (3-5).

Evidências recentes sugerem que a combinação entre restrição alimentar e prática regular de exercícios físicos, associada à terapia de mudança comportamental, apresentam-se como prática efetiva no tratamento da obesidade, e que o exercício constitui-se como uma importante estratégia na melhora da sensibilidade insulínica (6,7).

Contudo, poucos trabalhos têm demonstrado que o exercício físico aliado à dieta provoque reduções ponderais de maior magnitude quando comparado apenas a programa de restrição alimentar (8,9). Além disso, estudos que compararam os resultados encontrados com dieta hipocalórica, com os obtidos por um programa de exercícios físicos, demonstraram que a dieta reduz o peso corporal, aumenta a tolerância à glicose e a ação da insulina, enquanto o treinamento físico, apesar de não alterar o peso corporal tanto quanto a dieta hipocalórica, aumenta a tolerância à glicose e a sensibilidade à ação da insulina de maneira mais intensa que a dieta hipocalórica (10). Porém, trabalhos mais recentes não têm confirmado alterações na sensibilidade à insulina entre mulheres que realizaram apenas dieta e outras que realizaram dieta e exercício físico (11,12).

Os efeitos do treinamento físico na ação da insulina e captação de glicose ainda não estão totalmente esclarecidos. Entretanto, Horowitz e cols. (13) sugerem que o exercício físico possui importante função na melhora do metabolismo de lipídeos durante a atividade, devido ao aumento na oxidação dos ácidos graxos e uma melhora da capacidade oxidativa da musculatura esquelética. Este aumento na oxidação lipídica parece ser um

efeito importante do treinamento físico na melhora da sensibilidade insulínica em indivíduos obesos (14).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do exercício físico sobre marcadores relacionados à sensibilidade insulínica, metabolismo lipídico e perda de peso em mulheres obesas submetidas a um programa de perda de peso.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um ensaio clínico incluindo 40 mulheres, de 18 a 65 anos, obesas ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$), participantes de um programa de perda de peso desenvolvido por uma Universidade pública localizada na cidade do Rio de Janeiro, de janeiro a dezembro de 2005. As mulheres foram alocadas em dois grupos: grupo de intervenção e grupo controle.

Para o cálculo do tamanho da amostra, foram considerados dados do estudo desenvolvido por Dumortier e cols. (15), que investigou o efeito do exercício físico sobre a sensibilidade à insulina avaliada pelo modelo de avaliação homeostática (HOMA-IR), que foi a variável utilizada para a definição da amostra do presente estudo. Nesse estudo, observou-se redução média de -2,42 (desvio-padrão = 1,07) nos valores do HOMA entre os indivíduos submetidos à intervenção. O cálculo do tamanho da amostra, segundo Pocock (16), assumindo-se $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,20$, foi de oito mulheres em cada grupo. Estimando-se uma perda de 20%, necessitava-se de pelo menos 10 mulheres em cada grupo para que a amostra possuísse o poder desejado.

O programa de perda de peso dispunha de 20 vagas para a prática de exercícios físicos; assim sendo, o grupo de intervenção foi constituído pelas 20 primeiras mulheres inscritas no programa, enquanto o grupo controle consistiu de outras 20 mulheres que foram encaminhadas para lista de espera devido à falta de vagas para a prática de exercícios físicos durante o período considerado. O grupo de intervenção participou de atividades de exercício físico, orientação nutricional e apoio psicológico. O grupo controle recebeu as mesmas atividades de orientação nutricional e apoio psicológico.

Foram excluídas mulheres que tivessem participado de outro programa de perda de peso, por um período mínimo de seis meses anteriores à pesquisa, e que apresentassem doenças associadas ao excesso de peso como diabetes mellitus tipo 2, cardiopatias, câncer ou alguma limitação que impossibilitasse a prática regular de exercícios físicos.

Dez semanas após o início da intervenção, foram realizadas reavaliações considerando as variáveis relativas ao estado nutricional e à distribuição da gordura corporal. Ao final das 20 semanas, todos os parâmetros envolvidos no estudo foram reavaliados.

Intervenção

A intervenção, com duração de 20 semanas, consistiu em programa de exercícios físicos, orientação nutricional e apoio psicológico.

O programa de exercícios físicos incluiu atividades desenvolvidas em três sessões semanais de 60 minutos. O treinamento físico foi dividido em duas fases: fase de adaptação, com duração de oito semanas, que envolveu a realização de atividades aeróbias de intensidade moderada (60–70% frequência cardíaca de pico), e fase de condicionamento físico, que consistiu na realização de atividades aeróbias de moderada a alta intensidade (70–85% frequência cardíaca de pico), que compreendeu exercícios calistênicos, caminhada, atividades de iniciação desportiva, atividades recreativas, treinamento de resistência muscular localizada e de flexibilidade. Foi estipulado um limite máximo de 25% de faltas nas sessões de atividade física.

A intervenção nutricional incluiu consultas mensais de orientação alimentar, baseada em dieta hipocalórica com distribuição equilibrada de macronutrientes, que prescreveu restrição calórica de, aproximadamente, 500 kcal por dia.

Encontros quinzenais de apoio psicológico em grupo fundamentado na terapia de mudança comportamental foram realizados. As atividades de orientação alimentar e apoio psicológico também foram desenvolvidas pelo grupo controle.

Todos os dados de base foram coletados antes do início do programa de redução de peso.

Medidas

Os dados antropométricos foram coletados por um único avaliador previamente treinado seguindo os critérios de Lohman e cols. (17).

A massa corporal foi aferida usando-se balança digital marca Filizola®, modelo PL-150 com capacidade para 150 kg e variações de 0,1 kg. A estatura foi medida com o uso de estadiômetro de madeira e esquadro antropométrico com o avaliado em apnéia inspiratória e a cabeça orientada segundo o plano de Frankfort. Foi realizada dupla medição, aceitando-se uma diferença de até 1 cm, e sendo utilizando o valor médio entre as duas medidas.

Os valores de circunferência da cintura e do quadril foram mensurados com o uso de fita métrica inextensível da marca Sanny®. A circunferência de cintura foi medida na menor região localizada entre o último arco costal e a crista ilíaca, e a circunferência de quadril foi aferida na área de maior protuberância dos glúteos. Foi realizada dupla medição, aceitando-se uma diferença de até 1 cm, sendo utilizado o valor médio entre as duas medidas.

Para a avaliação do perfil metabólico, foi solicitado aos participantes que mantivessem jejum nas 12 horas anteriores à coleta de amostra de aproximadamente 10 mL de sangue. O material colhido foi armazenado em isopor com gelo seco e levado imediatamente após a coleta para um laboratório de análises clínicas, onde foi centrifugado e estocado em freezer a -20°C.

As dosagens de colesterol total, triglicérides e glicose foram realizadas por método colorimétrico, valendo-se de equipamento Vitros 250 (Johnson & Johnson), enquanto o HDL-c utilizou técnica de espectrofotometria utilizando equipamento Biosystems A-25. O LDL-c foi estimado pela fórmula de Friedwald (18): $LDL-c = \text{colesterol total} - (\text{HDL-c} + \text{triglicéride}/5)$. Para determinação da insulina foi utilizado método de imunoenensaio enzimático de micropartículas (MEIA) através de aparelho AXSYM – Abbott. Os AGLs foram quantificados pelo método enzimático semi-automatizado, utilizando espectrofotometria.

A aptidão física foi avaliada pela utilização de teste ergométrico máximo em esteira rolante, sintoma limitante, utilizando protocolo de Bruce. O protocolo possui 5 estágios com 3 minutos cada, a inclinação e a velocidade aumentam a cada estágio, respectivamente 2% e 0,85 milhas/hora ou 1,37 km/h. O teste inicia-se com 10% de inclinação e 1,70 milhas/hora ou 2,7 km/h (19). Como não foi possível realizar análise direta da troca gasosa durante o teste, utilizou-se como parâmetro de avaliação da aptidão cardiorrespiratória o tempo de duração do teste, que é a variável primária utilizada para estimar o consumo máximo de oxigênio através de fórmulas específicas.

Análise dos dados

A avaliação do estado nutricional foi estimada pela utilização do Índice de Massa Corporal ($IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura (m)}^2$).

Para determinação do grau de sensibilidade à insulina foi utilizado o modelo de avaliação homeostática (HOMA-IR = $\text{Glicemia de jejum (mmol/l)} \times \text{insulina de jejum (\mu U/ml)} / 22,5$), que avalia resistência à insulina a partir de dosagens de glicose e insulina de jejum (20).

A análise dos dados compreendeu a estimativa das médias (e intervalos de confiança) e da dispersão da distribuição (desvios-padrão) tanto para os valores brutos quanto para os valores ajustados por idade. Testaram-se as diferenças entre as médias intra e entre os grupos utilizando-se o teste t de Student.

Os valores médios ajustados por idade das variáveis antropométricas, bioquímicas e de aptidão física, foram obtidos por regressão linear, incluindo como variável dependente a medida a ser ajustada e como variável independente, a idade. Para testar as diferenças entre os grupos para os parâmetros ajustados por idade, aplicou-se modelo de regressão multilinear, tendo como variável dependente a medida a ser testada, e como variáveis independentes, a idade e o grupo de tratamento, sendo utilizado o valor de p do teste para médias associadas à variável grupo de tratamento. As análises por intenção de tratamento repetiram os valores da linha de base para as mulheres que abandonaram o acompanhamento antes do final do estudo.

Adicionalmente, as mulheres foram categorizadas quanto ao percentual de redução do peso corporal em dois grupos: mulheres que perderam mais do que 5% e que perderam menos do que 5% do peso corporal inicial, ao final do estudo. Utilizou-se o teste qui-quadrado para avaliar a associação estatística entre grupo de tratamento e percentual de perda de peso. Estimou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre percentual de perda de peso e tempo do teste de esforço após o tratamento.

Para as variáveis antropométricas, que foram medidas em três momentos, desenvolveram-se análises por modelo linear misto para verificar o efeito do tratamento sobre as alterações dessas variáveis ao longo do período de intervenção, sendo utilizadas todas as medidas realizadas.

Para todos os testes estatísticos aplicados, considerou-se significativo valor de $p < 0,05$.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System 8.0).

Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto em 25 de abril de 2005 (1157-CEP/HUPE - CAAE: 0031.0.228.000-05). Somente foram incluídas no estudo mulheres que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, elaborado de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS

Dentre as 40 mulheres que participaram desta pesquisa, 38 (20 no grupo de intervenção e 18 no controle) realizaram os exames bioquímicos na linha de base. Do total, trinta mulheres concluíram o período de intervenção de 20 semanas e realizaram avaliação final de todos os parâmetros investigados. Todas as mulheres que abandonaram a pesquisa alegaram motivos pessoais como trabalho, família e outros, não tendo nenhuma delas relatado prejuízos à saúde associados aos protocolos de intervenção.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos intervenção e controle nos dados da linha de base das variáveis antropométricas, bioquímicas e de aptidão física, exceto para idade (tabela 1).

Foi observada redução estatisticamente significativa do peso corporal ($p = 0,02$) e do IMC ($p = 0,02$) en-

tre as mulheres do grupo intervenção, configurando redução média de aproximadamente 1 kg de peso corporal e 0,44 kg/m² de IMC a cada 10 semanas, sendo esses valores ajustados por idade (tabela 2). Adicionalmente, quando categorizadas quanto ao percentual de perda de peso, observou-se que 35% ($n = 7$) das mulheres do grupo de intervenção perderam mais do que 5% do seu peso inicial, enquanto que entre as mulheres do grupo controle, 10% ($n = 2$) obtiveram tal resultado ($p = 0,058$).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para nenhuma das variáveis relativas ao perfil lipoprotéico, mesmo após ajuste por idade. Não foram observadas diferenças na sensibilidade à insulina, avaliada através do HOMA-IR, entre os grupos estudados, porém observou-se redução mais acentuada da glicemia de jejum no grupo controle ($p < 0,05$), tanto para os valores brutos (tabela 3) quanto para os ajustados por idade (tabela 4). As concentrações séricas de AGLs reduziram-se no grupo controle e elevaram-se no grupo intervenção ($p > 0,01$) (tabelas 3 e 4).

Para aptidão física, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas quando os grupos foram comparados, mesmo após ajuste dos valores por idade, embora as diferenças observadas tenham sido marginalmente significativas ($p = 0,07$) (tabela 4). Observou-se uma correlação estatisticamente significativa entre o percentual de perda de peso e melhora na duração do teste de esforço medido após 20 semanas de intervenção ($r = 0,50$; $p = 0,01$).

Tabela 1. Médias (desvio-padrão) das variáveis antropométricas, bioquímicas e de aptidão física das mulheres investigadas na linha de base.

Variável	Controle (n = 20)	Intervenção (n = 20)
Idade (anos)*	40,9 (12,1)	49,8 (9,7)
Peso (kg)	99,2 (15,5)	94,3 (12,5)
Altura (m)	1,58 (0,06)	1,58 (0,07)
Cintura (cm)	102,5 (10,8)	101,3 (8,6)
Quadril (cm)	126,3 (11,3)	124,3 (10,8)
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	40,0 (6,3)	37,7 (5,2)
Relação Cintura-Quadril	0,81 (0,05)	0,82 (0,06)
Colesterol Total (mg/dl)	194,4 (44,0)	202,9 (38,3)
HDL-C (mg/dl)	54,0 (11,2) ‡	54,6 (10,9)
LDL-C (mg/dl)	113,8 (34,6) ‡	119,9 (33,3)
VLDL-C (mg/dl)	26,3 (11,6) ‡	28,0 (18,3)
Triglicerídeos (mg/dl)	131,5 (58) ‡	140,1 (91,5)
Glicose (mg/dl)	103,3 (12,8) ‡	103,2 (17,7)
Insulina (µU/ml)	19,8 (18,5) ‡	14,4 (7,6)
HOMA-IR	5,1 (4,9) ‡	3,73 (2,24)
AGLs (mmol/L)	0,78 (0,28) ‡	0,65 (0,29)
Tempo teste cardiorrespiratório (min)	7,65 (2,41)	7,88 (1,74)

* $p < 0,05$; teste t de student

‡ $n = 18$ mulheres

AGLs = Ácidos graxos livres

Tabela 2. Médias (desvio-padrão) das medidas antropométricas e variação no tempo segundo intervenção ajustadas por idade.

	Linha de base		10 semanas		20 semanas		Tempo x Tratamento	
	C	I	C	I	C	I	β #	p
Peso (kg)	99,2 (15,5)	94,3 (12,5)	97,8 (15,7)	93,7 (13,3)	96,3 (13,6)	89,6 (11,1)	-1,060	0,02
IMC (kg/m ²)	40,0 (6,3)	37,7 (5,2)	39,4 (6,5)	37,5 (5,1)	38,3 (6,0)	36,2 (5,1)	-0,436	0,02
Cintura (cm)	102,5 (10,8)	101,3 (8,6)	103,0 (14,0)	98,5 (9,2)	99,2 (11,0)	96,5 (7,4)	-1,164	0,12
RCQ	0,81 (0,05)	0,82 (0,06)	0,83 (0,09)	0,80 (0,06)	0,80 (0,05)	0,80 (0,05)	-0,007	0,41

C = grupo controle; I = grupo intervenção;

Valor de β ajustado por idade;

IMC = Índice de massa corporal; RCQ = Relação cintura-quadril

Tabela 3. Médias (desvio-padrão) das variáveis bioquímicas após período de intervenção (20 semanas) das mulheres que concluíram o estudo.

Variável	Controle (n = 13)	p (intragrupo)	Intervenção (n = 17)	p (intragrupo)	p (entre os grupos)
Colesterol Total (mg/dl)	201,0 (30,78)	0,04	211,29 (34,32)	0,42	0,60
HDL-C (mg/dl)	47,92 (10,80)	0,23	55,76 (11,24)	0,54	0,16
LDL-C (mg/dl)	126,0 (22,50)	0,01	131,29 (34,43)	0,20	0,59
VLDL-C (mg/dl)	26,60 (12,0)	0,78	23,80 (10,35)	0,10	0,14
Triglicerídeos (mg/dl)	133,0 (60,01)	0,78	119,0 (51,76)	0,10	0,14
Glicose (mg/dl)	96,85 (8,63)	0,003	103,65 (21,11)	0,80	0,01
Insulina (μ U/ml)	13,98 (7,49)	0,99	10,45 (5,19)	0,002	0,28
HOMA-IR	3,29 (1,76)	0,08	2,73 (1,66)	0,001	0,23
AGLs (mmol/L)	0,59 (0,28)	0,01	0,89 (0,31)	0,01	0,000

AGLs= Ácidos graxos livres

Tabela 4. Média das diferenças ajustadas por idade (desvio-padrão) das medidas antropométricas, bioquímicas e de aptidão física entre o fim e o início do período de intervenção (20 semanas) das mulheres investigadas.

Variável	Controle	Intervenção	β	Valor de p
Colesterol Total (mg/dl)	9,11 (3,71)	6,27 (3,75)	-3,700	0,68
HDL-C (mg/dl)	-2,96 (1,91)	1,19 (1,58)	3,506	0,31
LDL-C (mg/dl)	11,64 (3,11)	9,21 (2,32)	-1,961	0,82
VLDL-C (mg/dl)	0,27 (1,00)	-4,12 (2,63)	-5,110	0,12
Triglicerídeos (mg/dl)	1,34 (4,98)	-20,58 (13,14)	-25,550	0,12
Glicose (mg/dl)	-4,62 (1,24)	-0,32 (0,69)	4,140	0,04
Insulina (μ U/ml)	-6,28 (7,99)	-2,76 (0,75)	0,571	0,88
HOMA-IR	-1,83 (2,14)	-0,73 (0,18)	0,307	0,76
AGLs (mmol/L)	-0,14 (0,04)	0,18 (0,04)	0,305	0,002
Tempo teste cardiorrespiratório (min)	0,14 (0,33)	0,62 (0,14)	0,571	0,07

AGLs = Ácidos graxos livres

DISCUSSÃO

Embora o estudo tenha sido desenhado para a avaliação da sensibilidade à insulina, o principal achado desse trabalho relacionou-se com a redução do peso corporal nas mulheres que praticaram exercícios físicos regulares quando comparadas com aquelas que realizaram apenas dieta e apoio psicológico. Ao final do

período de 20 semanas de acompanhamento, observou-se que 35% das mulheres que praticaram exercícios físicos perderam mais do que 5% do peso corporal, enquanto que entre as mulheres do grupo controle, apenas 10% obtiveram tal resultado. Vale ressaltar que reduções ponderais de 5 a 10% promovem melhorias substanciais na saúde de indivíduos obesos (21,22).

Adicionalmente, observou-se importante correlação entre perda de peso e melhora na aptidão física, avaliada pelo tempo de duração do teste ergométrico, o que reforça o efeito do exercício físico na perda de peso.

O presente estudo é concordante com evidências recentes que sugerem que a combinação entre restrição alimentar e prática regular de exercícios físicos apresentam-se como práticas efetivas no tratamento da obesidade (23,24); contudo, outros trabalhos falharam na tentativa de encontrar maiores reduções ponderais em programas de exercícios físicos aliado a dieta quando comparado com apenas dieta (25,26).

Para os parâmetros de distribuição da gordura corporal, avaliados através da circunferência de cintura e pela RCQ, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Diversos estudos têm demonstrado que o exercício físico promove redução da gordura na região abdominal (27,28). Entretanto, outros estudos que avaliaram a quantidade de gordura abdominal utilizando a medida de circunferência de cintura, não encontraram diferenças significativas entre grupos que praticaram exercícios físicos quando comparados com seus controles (29,30). No estudo desenvolvido por Mourier e cols. (31), embora o grupo que praticou exercícios físicos tenha sofrido redução significativa da quantidade de gordura abdominal, principalmente na região visceral, avaliada por método de ressonância nuclear magnética, não foram observadas reduções na circunferência de cintura e na RCQ, quando comparados com os indivíduos que não realizaram atividades físicas. Desse modo, apesar de a medida da circunferência da cintura apresentar grande importância clínica, métodos de avaliação mais precisos parecem ser necessários para identificar o efeito do exercício físico sobre a redução dos estoques de gordura abdominal.

Quanto ao perfil lipoprotéico, a comparação entre os grupos não demonstrou diferenças significativas para nenhum dos parâmetros avaliados. Embora outros estudos tenham demonstrado modificações benéficas no perfil lipídico após um programa de exercícios físicos (32,33), os efeitos adicionais da atividade física em indivíduos submetidos à restrição calórica ainda são pouco conclusivos (34).

Uma das razões que pode ter contribuído para a ausência de modificações significativas nas lipoproteínas plasmáticas no presente estudo pode ter sido a prescrição de treinamento físico, que representou volume de exercícios relativamente baixo. Entretanto, sabe-se que para indivíduos obesos, intensidades e volumes elevados de treinamento físico estão associados à baixa adesão à prática de atividades físicas

(35). Adicionalmente, a maior parte das mulheres investigadas neste estudo apresentava perfil lipoprotéico dentro da normalidade, segundo parâmetros estipulados pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (36), o que faz com que as alterações provocadas pela intervenção tornem-se menos expressivas.

Outra possível adaptação provocada pelo exercício físico em obesos diz respeito ao aumento na sensibilidade à insulina (37). Entretanto, trabalhos recentes que investigaram os efeitos adicionais do exercício físico a outros tipos de intervenção, como dieta, não têm encontrado diferença (11,12).

O presente trabalho não evidenciou diferenças significativas entre grupos para as mudanças ocorridas na sensibilidade insulínica avaliada pelo HOMA-IR. Contudo, a análise intra-grupo demonstrou melhora significativa desse marcador no grupo que praticou exercícios físicos, não encontrando o mesmo resultado para o grupo submetido apenas a dieta e apoio psicológico.

A elevação na concentração sérica de AGLs no grupo de intervenção e diminuição no grupo controle pode ser explicada pelo tipo de exercício realizado, de intensidade leve a moderada, que associa-se ao aumento da lipólise dos triglicerídeos no tecido adiposo, mediado por uma elevação da estimulação β -adrenérgica, levando ao aumento na disponibilidade de AGLs (38).

Uma limitação do presente estudo é a não realização de randomização das mulheres envolvidas nesse trabalho. Entretanto, o procedimento de divisão dos grupos foi imparcial e a única variável que se mostrou diferente no momento de base foi a idade.

Os resultados do presente estudo permitem concluir que o exercício físico promoveu maior redução ponderal e melhora na aptidão física, quando comparado a outro programa de tratamento da obesidade que incluiu apenas dieta e apoio psicológico, sem contudo alterar o perfil lipídico e a sensibilidade insulínica.

REFERÊNCIAS

1. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. **Lancet** 2005;365:1414-28.
2. Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. **Diabetes** 1988;37:1595-600.
3. Walker M. Obesity, insulin resistance, and its link to non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Metabolism** 1995;44(9 suppl. 3):18-20.
4. Kim JY, Hickner RC, Cortright RL, Dohm GL, Houmard JA. Lipid oxidation is reduced in obese human skeletal muscle. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 2000;279:E1039-44.
5. Jongh RT, Serné EH, Ijzerman RG, Vries G, Stehouwer CDA. Free fatty acid levels modulate microvascular function. **Diabetes** 2004;53:2873-82.
6. Leibbrand R, Fichter MM. Maintenance of weight loss after obesity treatment: is a continuous support necessary? **Behav Res Ther** 2002;40:1275-89.

7. Ross R, Janssen I, Dawson J, Kungl AM, Kuk JL, Wong SL, et al. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. **Obes Res** 2004;12(5):789-98.
8. Votruba SB, Horvitz MA, Schoeller DA. The role of exercise in the treatment of obesity. **Nutrition** 2000;16:179-88.
9. ACSM – American College of Sports Medicine. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Med Sci Sport Exerc** 2001;33(12):2145-56.
10. Arciero PJ, Vukovich MD, Holloszy JO, Racette SB, Kohrt WM. Comparison of short-term diet and exercise on insulin action in individuals with abnormal glucose tolerance. **J Appl Physiol** 1999;86:1930-5.
11. Weinstock RS, Dai H, Wadden TA. Diet and exercise in treatment of obesity. **Arch Intern Med** 1998;158:2477-83.
12. Larson-Meyer DE, Heilbronn LK, Redman LM, Newcomer BR, Frisard ML, Anton S, et al. Effect of calorie restriction with or without exercise on insulin sensitivity, β -cell function, fat cell size, and ectopic lipid in overweight subjects. **Diabetes Care** 2006;29:1337-44.
13. Horowitz JF, Leone TC, Feng W, Kelly DP, Klein S. Effect of endurance training on lipid metabolism in women: a potential role for PPAR α in the metabolic response to training. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 2000;279:E348-55.
14. Bruce CR, Hawley JA. Improvements in insulin resistance with aerobic exercise training: a lipocentric approach. **Med Sci Sports Exer** 2004;36:1196-201.
15. Dumortier M, Brandou F, Perez-Martin A, Fedou C, Mercier J, Brun JF. Low intensity endurance exercise targeted for lipid oxidation improves body composition and insulin sensitivity in patients with the metabolic syndrome. **Diabetes Metab** 2003;29:509-18.
16. Pocock SJ. **Clinical Trials**. John Wiley & Sons, 1983.
17. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Illinois: Human Kinetics, 1988.
18. Friedewald WT, Levi RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoproteins cholesterol in plasma without use of the ultracentrifuge. **Clin Chem** 1972;18:499-502.
19. Araújo CGS. **Manual de Teste de Esforço**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S/A, 1984.
20. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia** 1985;28:412-9.
21. AACE/ACE. Position statement on the prevention, diagnosis, and treatment of obesity. **Endocrine Pract** 1998;4(5):297-330.
22. Barbato KBG, Martins RCV, Rodrigues MLG, Braga JU, Francischetti EA, Genelhu V. Efeitos da redução de peso superior a 5% nos perfis hemodinâmico, metabólico e neuroendócrino de obesos grau I. **Arq Bras Cardiol** 2006;87(1):12-21.
23. Hill JO, Schlundt DG, Sbrocco T, Sharp T, Pope-Cordle J, Stetson B, et al. Evaluation of alternating-calorie diet with or without exercise in treatment of obesity. **Am J Clin Nutr** 1989;50:248-54.
24. Racette SB, Schoeller DA, Kushner RF, Neil KM. Exercise enhances dietary compliance during moderate energy restriction in obese women. **Am J Clin Nutr** 1995;62:345-9.
25. Gordon NF, Scott CB, Levine BD. Comparison of single versus multiple lifestyle interventions: are the antihypertensive effects of exercise training and diet-induced weight loss additive? **Am J Cardiol** 1997;79:763-7.
26. Wadden TA, Vogt RA, Andersen RE, Bartlett SJ, Foster GD, Wilk J, et al. Exercise in treatment of obesity: effects of four interventions on body composition, resting energy expenditure, appetite, and mood. **J Cons Clin Psychol** 1997;65(2):269-77.
27. Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight-loss in men: a randomized controlled trial. **Arch Intern Med** 2000;133:92-103.
28. Lee S, Kuk JL, Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, et al. Exercise without weight loss is an effective strategy for obesity reduction in obese individual with and without type 2 diabetes. **J Appl Physiol** 2005;99:1220-5.
29. Dipietro L, Seeman TE, Stachenfeld NS, Katz LD, Nadel ER. Moderate-intensity aerobic training improves glucose tolerance in aging independent of abdominal adiposity. **J Am Geriatr Soc** 1998;46:875-9.
30. Ross R, Janssen I. Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations. **Med Sci Sports Exerc** 2001;33(6):521-7.
31. Mourier A, Gautier JF, De Kerviler E, Bigard AX, Villette JM, Garnier JP, et al. Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM. **Diabetes Care** 1997;20(3):385-91.
32. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. **N Engl J Med** 2002;347:1483-92.
33. Wood PD, Stefanick ML, Williams PT, Haskell WL. The effects on plasma lipoprotein of a prudent weight-reducing diet with or without exercise, in overweight men and women. **N Engl J Med** 1981;325:461-6.
34. Stefanick ML, Mackey S, Sheehan M, Ellsworth N, Haskell WL, Wood PD. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. **N Engl J Med** 1998;339:12-20.
35. Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain? A systematic review. **Obes Rev** 2000;1:95-111.
36. SBC – Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes sobre dislipidemias e diretriz de prevenção da aterosclerose do departamento de aterosclerose da sociedade brasileira de cardiologia. **Arq Bras Cardiol** 2001;77(supl. III).
37. Matthaai S, Stumvoll M, Kellner M, Haring HU. Pathophysiology and pharmacological treatment of insulin resistance. **End Rev** 2000;21:583-618.
38. Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during exercise training. **Am J Clin Nutr** 2000;72(suppl):558S-63.

Endereço para correspondência:

Mauro Felipe Felix Mediano
 Rua Antônio Basílio 519, cob 01
 20511-190 Rio de Janeiro, RJ
 E-mail: mauromediano@terra.com.br