

Influência dos exercícios resistidos com pesos em diabéticos tipo 2

Lucieli Teresa Cambri¹
Daniela Lopes dos Santos²

¹Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UDESC
²Departamento de Métodos e Técnicas Desportivas - UFSM

Resumo: Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito de um programa de exercícios resistidos com pesos na composição corporal e hemoglobina glicada em diabéticos tipo 2, e o efeito agudo sobre a glicemia capilar. O grupo foi composto por oito sedentários, com idades entre 47 e 58 anos. O programa de exercícios resistido com pesos foi realizado três vezes por semana. A massa corporal, o índice de massa corporal e a massa corporal magra aumentaram. A relação cintura quadril, o somatório das dobras cutâneas, o percentual de gordura corporal e a glicemia capilar reduziram significativamente. A hemoglobina glicada não apresentou alterações significativas. Com isso, pode-se perceber efeito favorável do programa de exercícios resistidos com pesos na composição corporal e glicemia capilar. Uma possível redução na hemoglobina glicada pode ocorrer em longo prazo devido ao aumento da massa corporal magra que conseqüentemente aumentará a captação de glicose tanto em repouso quanto durante o exercício.

Palavras-chave: Diabetes mellitus. Metabolismo. Composição corporal.

Influence of weight resisted exercise in type 2 diabetic subjects

Abstract: This work had the purpose of verifying the effect of a weight resisted exercise program upon body composition and glucohemoglobin in type 2 diabetic subjects, as well as the acute effect upon capillary glucemia. Eight sedentary subjects, aged between 47 and 58 years old, composed the group. The weight resisted exercise program was constituted of 3 sessions a week. The body mass, the body mass index and the lean body mass increased. The waist/hip ratio, the 7-skinfold sum, the body fat percentage and the capillary glucemia reduced significantly. The glucohemoglobin levels did not present any significant alteration. With these results, a favorable effect of weight resisted exercise program upon body composition and capillary glucemia was observed. A possible reduction in glucohemoglobin may occur after a long-term period, considering the increased lean body mass that will, consequently, increase glucose absorption during rest as well as during physical exercise.

Key Words: Diabetes mellitus. Metabolism. Body Composition.

Introdução

O Diabetes Mellitus (DM) é uma desordem metabólica crônico-degenerativa de etiologia múltipla que está associada à falta e/ou à deficiente ação da insulina. Caracteriza-se por hiperglicemia, causando alterações no funcionamento endócrino que atingem principalmente o metabolismo dos carboidratos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003). Atualmente, cerca de 12 milhões de brasileiros são diabéticos. No entanto, estima-se que apenas 7,8 milhões de indivíduos têm diagnóstico confirmado. Conforme dados do Ministério da Saúde, durante o ano de 1997, a taxa de mortalidade por DM no Brasil foi de 17,24%, representando 27.515 indivíduos falecidos especificamente por DM. Com isso, acredita-se que medidas de prevenção das complicações do DM podem reduzir os custos no seu tratamento e melhorar a qualidade de vida de seus portadores (MELLO et al., 2003).

Dentre os tipos de DM, destacam-se o DM tipo 1 e o DM

tipo 2, os quais correspondem entre 5% a 10% e 85% a 90% do total de casos de DM respectivamente (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003). O fator genético é mais freqüente no DM tipo 2 do que no DM tipo 1 (ALMEIDA, 1997; GROSS et al., 2002) e dentre os fatores ambientais tem-se a obesidade, que está presente em aproximadamente 80 a 90% dos diabéticos tipo 2, fazendo com que a perda de massa corporal torne-se fundamental para o controle metabólico (MELLO et al., 2003; SARTORELLI; FRANCO, 2003), pois pequenas reduções de massa corporal (5 a 10%) se associam a significativa melhora nos níveis pressóricos e nos índices de controle metabólico, reduzindo a mortalidade relacionada ao DM (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003).

O tratamento do DM tipo 2 pode ser realizado através de dieta, hipoglicemiantes orais e/ou insulina e a prática regular de exercícios físicos. Dentre os exercícios recomendados, os exercícios aeróbios são sempre os mais indicados, talvez

devido ao fato de ainda serem os mais estudados (NUNES, 1996; GIACCA et al., 1998; MARTINS; DUARTE, 1998; ALVES, 2000; SILVA; LIMA, 2002; PASSOS et al., 2002). Entretanto, sabe-se que a procura pelos exercícios resistidos com pesos vem aumentando enormemente, podendo ter muitas aplicações, as quais variam de acordo com os objetivos, dentre elas: preparação de atletas, estética, reabilitação e desenvolvimento de aptidão física relacionada à saúde (SANTARÉM, 1997).

Nos exercícios resistidos com pesos, o impacto sobre as articulações é diminuído, fator de extrema importância para os diabéticos com excesso de massa corporal, visto que esses devem evitar a prática de exercícios físicos nos quais tenham que suportar o próprio peso, visando minimizar os riscos de lesões ortopédicas e irritações nos pés (PEIRCE, 1999; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000).

Outro fator relevante, é que, muitas pessoas podem se identificar mais com essa forma de exercício físico, o que pode aumentar a aderência aos programas de exercícios, uma vez que a permanência nesses está fortemente relacionada ao gosto pela modalidade praticada. Segundo Maiorana et al. (2002), tanto os exercícios aeróbios como exercícios resistidos com pesos, podem ter efeito benéfico no tratamento do DM tipo 2, no entanto, os processos ocorrem através de mecanismos diferentes.

Com isso, a partir da crescente utilização dos exercícios resistidos com pesos na área de atividade física e saúde, e devido às controvérsias entre seus efeitos benéficos como coadjuvante no tratamento diabético, este estudo teve por objetivo verificar o efeito de 12 semanas de um programa de exercícios resistidos com pesos na composição corporal e na hemoglobina glicada em diabéticos tipo 2, assim como o efeito agudo sobre a glicemia capilar pré-exercício.

Métodos

O grupo de estudo foi composto por oito sedentários voluntários de ambos os sexos (seis homens e duas mulheres), com idades entre 47 e 58 anos (média de $52,86 \pm 3,40$ anos), com no mínimo dois anos de diagnóstico médico de DM tipo 2 (média de $6,88 \pm 4,76$ anos) e atestado médico para prática de exercícios resistidos com pesos. Foi considerado sedentário o indivíduo que não praticava exercícios resistidos com pesos regularmente a no mínimo quatro meses. Dos oito sujeitos, três eram tratados com insulina e os demais somente com hipoglicemiantes orais. Os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido, autorizando sua participação no estudo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, tendo como expediente o nº 005655/2004-97 e registro

CEP/UFSM o n.º 011/2004.

O programa de exercícios resistidos com pesos foi constituído de três aulas semanais não consecutivas entre 7:30 e 10:00 horas da manhã, durante um período de 12 semanas (36 sessões). Inicialmente os participantes realizaram uma fase de adaptação com duração de duas semanas, na qual realizaram uma série de 15 a 20 repetições não máximas (percebiam um desconforto muscular), em 10 exercícios (supino horizontal, voador frontal, puxada alta, remada baixa, remada alta, pressão de pernas, extensão de joelho, flexão de joelho, panturrilha no aparelho pressão de pernas e abdominais), sendo que a ordem dos exercícios era alternada por segmento. Depois realizaram mais duas semanas, ainda de adaptação, na qual o número de séries foi aumentado para duas, estas realizadas em circuito. Após este período de adaptação iniciou-se o período de treinamento constituído por repetições máximas, no qual foram realizadas cinco semanas constituídas de duas séries entre 12 e 15 repetições. Após, o número de séries foi aumentado para três, isso foi realizado durante três semanas, e nas cinco últimas semanas, as séries foram realizadas de forma consecutiva. Os intervalos entre as séries e entre os exercícios foram de um minuto e os movimentos foram realizados numa velocidade média e amplitude adequada às condições de cada indivíduo. O programa de exercícios resistidos com pesos foi desenvolvido junto à academia da Associação Desportiva da Universidade Federal de Santa Maria, com aparelhos de exercícios resistidos com pesos da marca INBAF e NAUTILUS. O percentual de frequência nas sessões do programa de exercícios resistidos com pesos foi de 98,26%.

As medidas antropométricas coletadas foram: massa corporal, estatura, perímetros da cintura e quadril, e medidas de dobras cutâneas - bicipital, tricípital, subescapular, peitoral, axilar média, supra-iliaca e panturrilha medial - adotando-se os procedimentos, segundo Petroski (1995).

A composição corporal foi avaliada através da massa corporal, do índice de massa corporal (IMC), da relação cintura quadril (RCQ), do percentual de gordura corporal, do somatório de 7 dobras cutâneas e da massa corporal magra. O percentual gordura corporal para o sexo masculino foi calculado através da densidade corporal, pela equação de Petroski (1995) e posteriormente pela equação de Siri (1961) *apud* Petroski (1995), e para o sexo feminino através da equação de Rech (2004).

Para verificar os níveis de hemoglobina glicada foram coletadas amostras de sangue venoso, as quais foram analisadas em laboratório de análises clínicas. O laboratório realizou as análises utilizando a cromatografia líquida de alto

desempenho (HPLC), que é método de referência do Diabetes Control and Complications Trial Group (1993).

Para verificar os níveis de glicemia capilar foram coletadas amostras de sangue antes e após uma das sessões semanais de exercícios resistidos com pesos. Para a coleta foi utilizada uma lanceta (ACCU-CHEK® SOFTCLIX) para perfurar o dedo e coletar uma gotícula de sangue que foi colocada em contato com a fita reagente (ACCU-CHEK® ADVANTAGE II) e analisada no medidor de glicose (ACCU-CHEK® ADVANTAGE). Para facilitar os procedimentos de coleta, os sujeitos foram divididos em três grupos, sendo que a coleta de sangue capilar foi realizada durante a primeira, segunda e terceira sessão semanal para os grupos A, B e C, respectivamente, totalizando 24 coletas de sangue capilar para cada sujeito.

Os indivíduos receberam orientações para não modificar o seu tratamento médico (hipoglicemiantes orais e/ou insulina) durante o programa de exercícios resistidos com pesos. Para verificação dessa recomendação foi utilizada uma anamnese.

Os indivíduos foram instruídos a não modificarem sua dieta durante a realização do estudo. Para verificação dessa recomendação foi utilizado o registro dietético de três dias, incluindo um dia de final de semana, o qual foi realizado na semana anterior ao início do programa de exercícios resistidos com pesos, após seis semanas e na última semana do programa de exercícios resistidos com pesos.

Os dados foram avaliados através do programa Dietwin Clínico. A partir da média do consumo energético envolvendo os três dias de registro dietético, foi realizada a estimativa do consumo energético total.

Tratamento Estatístico

Foi utilizada a estatística descritiva para a determinação da média aritmética e desvio padrão das variáveis estudadas. Para verificar se houve diferença na estimativa do consumo energético total entre a semana anterior ao estudo, a 6ª e a 12ª semana e para verificar as diferenças nos valores de glicemia capilar entre os pré e os pós-exercício durante o programa de exercícios resistidos com pesos foi utilizada Anova One Way ($p \leq 0,05$). Para determinar o efeito do programa de exercícios resistidos com pesos sobre as variáveis referentes à composição corporal e aos níveis de hemoglobina glicada e para verificar o efeito das sessões de exercícios resistidos com pesos na glicemia capilar foi utilizado o Teste T de *Student* para amostras dependentes ($p \leq 0,05$).

Resultados

Por meio da anamnese inicial e da anamnese final pode-se confirmar que não houve alterações na medicação durante as 12 semanas do programa de exercícios resistidos com pesos. Da mesma forma, pode-se verificar que não houve diferenças estatísticas significativas nos valores do total de kcal ingeridas na semana anterior ao início do programa de exercícios resistidos com pesos, após seis semanas e na última semana do programa de exercícios.

Tabela 1. Média e desvio-padrão pré e pós-programa de exercícios resistidos com pesos das variáveis: massa corporal (MC), índice de massa corporal (IMC), relação cintura quadril (RCQ), somatório de 7 dobras cutâneas ($\Sigma 7DC$), percentual de gordura corporal (%GC), massa corporal magra (MCM) e hemoglobina glicada (A1c) em indivíduos diabéticos não tratados e tratados com insulina.

n=8	Pré-teste	Pós-teste
MC (kg)	89,78±10,02	91,15±9,86*
IMC (kg/m ²)	32,31±3,17	32,97±2,88*
RCQ	1,03±0,06	1,02±0,06*
$\Sigma 7DC$ (mm)	211,50±71,42	194,48±58,34*
%GC	35,55±7,05	34,24±6,14*
MCM (kg)	57,59±6,72	59,73±6,71*
A1c (%)	7,36±1,73	7,84±1,83

* $p \leq 0,05$, diferença entre pré e pós programa de exercícios resistidos com pesos.

A partir da tabela 01 pode-se observar que a massa corporal, o IMC e a massa corporal magra aumentaram, do mesmo modo que a RCQ, o somatório de 7 dobras cutâneas e o percentual de gordura corporal reduziram, salientando que

todas essas alterações apresentaram significância estatística. A média do percentual de hemoglobina glicada não apresentou diferença estatisticamente significativa.

A média da glicemia capilar pré e pós-sessão de exercícios resistidos com pesos nos indivíduos diabéticos tratados e nos não tratados com insulina apresentou uma redução média de

19,86%, sendo estatisticamente significativa em relação à glicemia pré-sessão de exercícios resistidos com pesos (tabela 02).

Tabela 2. Média e desvio-padrão da glicemia capilar (mg/dl) pré e pós-sessão de exercício resistido com pesos em todos os indivíduos, nos não tratados e nos tratados com insulina.

	Todos (n=8)	não tratados com insulina (n=5)	tratados com insulina (n=3)
Pré-teste	191,79±77,30	157,50±55,79	248,94±74,80
Pós-teste	153,70±73,08*	119,62±34,55*	210,50±84,69*

* $p \leq 0,05$, diferença entre pré e pós sessão de Exercício Resistido com Pesos.

Quando se separou os indivíduos de acordo com o uso ou não de insulina, as diferenças nos valores médios da glicemia capilar pós-exercícios resistidos com pesos em relação a glicemia pré-exercícios resistidos com pesos permaneceram estatisticamente significativas para os dois grupos.

A média da glicemia capilar nos indivíduos diabéticos não tratados com insulina apresentou uma redução média de 24,50% ($p \leq 0,05$). A diminuição da glicemia capilar ocorreu em 80% das sessões analisadas, variando entre 1,47% e 64,36% em relação à glicemia pré-exercício.

Nos indivíduos diabéticos tratados com insulina a média da glicemia capilar apresentou uma redução média de 15,44% ($p \leq 0,05$). A diminuição da glicemia capilar foi verificada em 83,33% das sessões analisadas, com variações entre 0,35% e 61,08% em relação à glicemia pré-exercício.

Não houve diferenças estatísticas significativas nos valores de glicemia capilar dos pré-testes durante as 12 semanas do programa de exercícios resistidos com pesos assim como, nos valores de glicemia capilar dos pós-testes.

Discussão

No presente estudo, o programa de exercícios resistidos com pesos modificou as seguintes variáveis: a massa corporal, o índice de massa corporal e a massa corporal magra aumentaram; a RCQ, o percentual de gordura corporal, o somatório das dobras cutâneas e a glicemia capilar pós-exercício reduziram significativamente.

Alguns estudos envolvendo exercícios resistidos com pesos apresentam semelhanças nos resultados obtidos em algumas variáveis analisadas neste estudo. Trabalhos como o de Rice et al. (1999), que submetem indivíduos obesos a um programa de dieta e exercícios resistidos com pesos, encontraram redução significativa na composição corporal.

Contrariando o presente estudo, Ishii et al. (1998) avaliaram a composição corporal e a hemoglobina glicada depois de 4-6 semanas de exercícios resistidos com pesos em

diabéticos tipo 2, sedentários e não obesos, e não encontraram nenhuma alteração significativa.

Ao analisar um programa de exercício físico em sujeitos com DM tipo 2 combinando exercícios aeróbios e exercícios resistidos com pesos, Maiorana et al. (2002) observaram redução significativa na RCQ, no somatório de dobras cutâneas, no percentual de gordura corporal e nos níveis de hemoglobina glicada. No entanto, a massa corporal e o IMC não apresentaram alterações. As observações verificadas nessas três últimas variáveis não estão de acordo com o presente estudo. Segundo os autores, ambos os exercícios, aeróbios e exercícios resistidos com pesos, tem efeito benéfico no tratamento do DM Tipo 2, através de mecanismos diferentes.

Corroborando a afirmação anterior, Santarém (2003b) salienta que qualquer exercício físico pode contribuir no tratamento do DM porque durante os exercícios, a glicose é captada pelas células sem a necessidade de insulina, reduzindo a glicemia. Além disto, os exercícios físicos habituais diminuem a resistência celular à insulina. Entretanto, o autor acredita que, os exercícios resistidos com pesos apresentam melhores benefícios em longo prazo, devido ao incremento da massa muscular, a qual aumenta a quantidade de tecido capaz de captar glicose, mesmo em repouso, auxiliando a manter um controle adequado da glicemia.

A médio e longo prazo, a prática regular de exercícios físicos, auxilia na redução dos fatores de risco de desenvolvimento da doença cardiovascular que estão consideravelmente aumentados nos portadores de DM (MERCURI; ARRECHEA, 2001).

Santos et al. (2002) avaliaram o efeito dos exercícios resistidos com pesos em jovens sedentários e verificaram incrementos significantes na massa corporal e na massa corporal magra. Apesar disto, não observaram nenhuma alteração em relação ao componente adiposo. Da mesma

forma, Barbosa et al. (2001) não encontraram diferenças significativas no percentual de gordura corporal em idosos após 10 semanas de exercícios resistidos com pesos. Contudo, verificaram redução significativa no somatório de dobras cutâneas.

Em outro estudo, Butts e Price (1994), ao avaliarem mulheres após 12 semanas de exercícios resistidos com pesos, não encontraram mudanças significativas na massa corporal, entretanto, observaram redução significativa no percentual de gordura corporal e no somatório de 4 dobras cutâneas, assim como, aumento significativo na massa corporal magra. As alterações verificadas foram independentes da idade.

O aumento na massa corporal e no IMC observado no presente estudo, provavelmente deve-se ao aumento da massa corporal magra, pois além dessa variável ter aumentado significativamente, o somatório das dobras cutâneas e o percentual de gordura corporal diminuíram significativamente. Isto demonstra que os exercícios resistidos com pesos podem apresentar semelhança em relação aos exercícios aeróbios quanto à eficiência na redução da gordura corporal, visto que, tanto um quanto o outro aumenta o gasto calórico diário gerando um balanço calórico negativo. Esta afirmação corrobora os estudos de Santarém (2003a), que acredita que o tipo de substrato energético mobilizado durante os esforços parece não ter maior importância no processo de redução da gordura corporal, visto que ocorre interconversão metabólica entre os mesmos no período de recuperação. Além do que, o aumento da massa corporal magra observado no presente estudo pode, em longo prazo, favorecer a utilização da glicose.

Alguns trabalhos (BRYNER et al., 1999; SANTARÉM, 2003a) descritos na literatura observaram redução no percentual de gordura corporal semelhante entre exercícios aeróbios e exercícios resistidos com pesos, em curto prazo. Santarém (2003b) enfatiza que em longo prazo, em função do maior estímulo à massa muscular, os exercícios anaeróbios se sobressaem em eficiência na redução da gordura corporal. Isto foi confirmado por Poehlman et al. (2002) que avaliaram mulheres sedentárias, após seis meses de um programa de exercício físico, e verificaram aumento significativo na massa corporal magra e conseqüentemente na taxa metabólica de repouso. Essas alterações foram observadas somente no grupo que realizou exercícios resistidos com pesos, quando comparado com o grupo que realizou exercícios aeróbios e com o grupo controle.

Estudo semelhante foi anteriormente realizado por Bryner et al. (1999), que após dois diferentes programas de exercícios físicos (aeróbio e exercícios resistidos com pesos) aliados à dieta, observaram redução da massa corporal, do IMC e do

percentual de gordura corporal em ambos os programas. No entanto, a massa corporal magra e o metabolismo de repouso, também reduziram significativamente no grupo que realizou exercícios aeróbios, ao contrário do grupo que realizou exercícios resistidos com pesos, que não apresentou alterações.

Considerando um período experimental maior, Poehlman et al. (2000) avaliaram mulheres sedentárias na pré-menopausa, que participaram de um programa de exercícios durante seis meses. A massa corporal e o IMC não apresentaram alterações no grupo que realizou exercícios aeróbios e nem no grupo controle, ao contrário do grupo que executou exercícios resistidos com pesos, no qual observaram aumentos significativos nessas variáveis, podendo ser justificados pelo aumento na massa corporal magra, a qual permaneceu inalterada nos outros grupos.

Num estudo envolvendo exercícios predominantemente aeróbios, Alves (2000) não encontrou diferenças nas variáveis antropométricas analisadas após 12 semanas de exercícios aeróbios. Em contrapartida, Leite e Nunes (2002) observaram reduções significativas na composição corporal após 38 semanas de exercícios aeróbios e exercícios resistidos com pesos.

Nunes (1996), ao estudar policiais obesos (sem distúrbios metabólicos, com intolerância à glicose e DM tipo 2), que realizaram 16 semanas de treinamento e dieta alimentar, não observou reduções na massa corporal. Contudo, encontrou redução significativa nos níveis de hemoglobina glicada e no percentual de gordura corporal nos três grupos. O autor destaca que a redução da hemoglobina glicada pode ser explicada devido ao efeito cumulativo da melhoria transitória na tolerância a glicose e à redução do percentual de gordura corporal, que pode ter proporcionado um aumento na ação da insulina ocasionando uma compensação metabólica.

Isto demonstra a importância dos dados obtidos no presente estudo, no que diz respeito à composição corporal, pois os indivíduos com DM tipo 2 sempre se beneficiam das modificações dessa, especialmente quanto a gordura corporal.

No presente estudo, programa de exercícios não alterou os níveis de hemoglobina glicada. Ao contrário do trabalho de Silva e Lima (2002), realizado com exercícios predominantemente aeróbios, no qual observaram redução na hemoglobina glicada e na glicemia de jejum, tanto nos indivíduos tratados, quanto nos não tratados com insulina.

No que se refere a hemoglobina glicada, os dados do presente estudo contrariam o trabalho de Dunstan et al. (2002), os quais submetem diabéticos tipo 2 idosos sedentários a 24 semanas de exercícios. Os sujeitos foram

divididos em grupo controle (exercícios de flexibilidade), o qual não apresentou alterações na hemoglobina glicada, e exercícios resistidos com pesos, que apresentou reduções significativas em torno de 7,4% e de 14,81% ao final das 12 e das 24 semanas respectivamente.

Acredita-se que as contradições entre esses dois estudos tenham ocorrido devido ao maior tempo de experimento do trabalho de Dunstan et al. (2002) comparado com o presente estudo. No entanto, pode-se observar que já ao final das 12 semanas, os autores encontraram redução significativa no percentual hemoglobina glicada. Com isso, os dois trabalhos foram comparados mais detalhadamente, e foi constatado que o presente estudo teve um volume de treinamento inferior, pois as séries dos exercícios variaram de uma a três do início ao final do treinamento, sendo que foram realizadas três séries somente nas últimas 3 semanas, ao contrário do estudo de Dunstan et al. (2002), no qual foram realizadas três séries desde o princípio do treinamento. Com base nestas discussões fica a dúvida em relação à duração total do estudo, a frequência semanal e ao volume de cada sessão de exercícios resistidos com pesos adequados para acarretar reduções no percentual de hemoglobina glicada.

Alguns estudos que verificaram o efeito agudo dos exercícios físicos sobre a glicemia capilar também encontraram reduções na glicemia capilar pós-exercício físico quando comparada com a glicemia pré-exercício físico. Dentre esses, tem-se os estudos de Silva e Lima (2002), que observaram reduções na glicemia capilar pós-exercício durante um programa de exercícios predominantemente aeróbio.

No presente estudo, ocorreu diminuição da glicemia capilar nos indivíduos diabéticos tratados e nos não tratados com insulina em 81,25% das sessões analisadas, com variações de 0,35% até 64,36% em relação à glicemia pré-exercício. Os resultados obtidos são semelhantes aos do estudo de Martins e Duarte (1998), que avaliaram diabéticos que realizaram um programa de exercícios predominantemente aeróbio entre três e nove meses. Semelhantemente à Passos et al. (2002), que verificaram diminuição da glicemia capilar em todas as sessões de exercícios físicos em dois sujeitos diabéticos tipo 2 após atividades aeróbicas durante 20 sessões.

A redução da glicemia capilar após os exercícios resistidos com pesos pode ser explicada devido ao fato de que durante a prática de exercício moderado ou intenso, não há necessidade de grandes quantidades de insulina para captar a glicose sanguínea circulante. O exercício físico regular aumenta a captação e o metabolismo da glicose pelo músculo e também aumenta a síntese de GLUT-4 – transportador de glicose no

tecido adiposo, no músculo esquelético e cardíaco. O GLUT-4 é ativado em resposta à insulina ou à contração muscular, e esse aumento da captação de glicose pelo músculo ocorre tanto em repouso, devido à ação da insulina, quanto durante a contração muscular (PEIRCE, 1999; DÂMASO, 2001). O exercício físico além de reduzir a glicemia devido ao maior consumo pelo organismo, propicia uma melhor utilização da insulina, tanto endógena quanto exógena, devido ao aumento da sensibilidade do organismo a esse hormônio, fazendo com que em longo prazo, possa ocorrer a diminuição das doses dos medicamentos (ALMEIDA, 1997).

A captação de glicose pós-exercício contribui na redução de fatores de risco cardiovascular, aumentando o fluxo de sangue e a circulação nos membros inferiores, auxilia na redução do colesterol e triglicerídeos e também pode reduzir a quantidade de insulina diária, além de melhorar a qualidade de vida do diabético (DÂMASO, 2001).

Após o término do exercício físico, a ressíntese de glicogênio muscular e hepático resulta do incremento do GLUT-4, sem a necessidade da ação da insulina, contudo, depois de determinado período, a insulina é necessária para incrementar a ressíntese de glicogênio, nesse caso, a deficiência e/ou a resistência de insulina podem prejudicar este processo (PEIRCE, 1999).

Os exercícios físicos podem auxiliar no controle glicêmico, tanto durante quanto após a sua prática, assim como em longo prazo, o que é usualmente verificado pela redução de hemoglobina glicada (FRAIGE, 2001). Com isso, os exercícios físicos podem atuar no tratamento do DM, tanto diretamente, melhorando a sensibilidade à insulina, quanto indiretamente, reduzindo o percentual de gordura corporal (KRISKA, 2000).

Giacca et al. (1998) avaliaram as respostas da glicose plasmática durante exercício moderado em cicloergômetro em sujeitos obesos com DM tipo 2 e dois grupos controles constituídos por não diabéticos: um obeso e outro sem excesso de massa corporal. Durante o exercício e a recuperação, a glicose plasmática não sofreu alterações em relação aos níveis basais nos dois grupos controle, entretanto, reduziu significativamente nos diabéticos obesos durante o exercício e permaneceu reduzida durante a recuperação. Como mencionado no estudo abordado anteriormente, um dos benefícios dos exercícios físicos em curto prazo é o aumento do consumo de glicose pelo músculo em atividade, o que favorece o controle glicêmico, sendo que, esse efeito hipoglicemiante pode se prolongar por horas após o fim do exercício (MERCURI; ARRECHEA, 2001; COLBERG, 2003).

A hemoglobina glicada e a glicemia capilar são muito importantes para a avaliação do controle glicêmico, contudo, fornecem informações diferentes sobre os níveis de glicose sanguínea. Os valores de hemoglobina glicada refletem a glicemia média nos dois ou três meses precedentes e os níveis glicêmicos revelam o nível de glicose sanguínea no momento específico em que o exame foi realizado (GRUPO INTERDISCIPLINAR DE PADRONIZAÇÃO DA HEMOGLOBINA GLICADA, 2003). Com isso, acredita-se que as reduções observadas na glicemia capilar pós-exercícios resistidos com pesos não foram suficientes para ocasionar um efeito crônico, através da redução dos valores de hemoglobina glicada. Talvez uma frequência semanal superior a três dias ou um período maior que 12 semanas, sejam necessários para ocasionar efeitos favoráveis na hemoglobina glicada.

Um dos problemas mais frequentes apresentados pelos diabéticos durante as sessões de exercícios físicos é a hipoglicemia, visto que o exercício tem efeito semelhante à insulina. A hipoglicemia pode ocorrer devido ao excesso ou a aceleração na absorção da insulina, ocorrendo tanto durante o exercício físico, como quatro a seis horas depois (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000). Assim, cabe salientar que neste estudo ocorreu apenas um evento hipoglicêmico leve durante todo o programa de exercícios resistidos com pesos, não trazendo maiores inconvenientes.

As modificações na composição corporal, na hemoglobina glicada e na glicemia capilar dependem de inúmeros fatores. Desse modo, muitas das diferenças observadas entre os estudos apresentados na literatura, que têm relacionado essas alterações à prática de exercícios resistidos com pesos podem estar associadas à duração do estudo, aos protocolos de treinamentos utilizados, à intensidade e ao volume aplicados, aos grupos experimentais estudados, ao sexo e à faixa etária dos mesmos, à existência ou não de controle da dieta alimentar, dentre outros.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que a aplicação do programa de exercícios resistidos com pesos em indivíduos sedentários portadores de DM tipo 2 com idades entre 47 e 58 anos aumentou a massa corporal, o IMC e a massa corporal magra; diminuiu a RCQ, o somatório de 7 dobras cutâneas, o percentual de gordura corporal e os níveis de glicemia capilar; e não alterou os níveis de hemoglobina glicada.

Dentre as limitações do estudo destacam-se: o fato do grupo de estudo ter sido constituído por voluntários e não por seleção aleatória; o reduzido número de sujeitos; a dieta

alimentar não ter sido prescrita, mas apenas mensurada e a ausência de grupo controle.

Além dos benefícios fisiológicos decorrentes da prática regular de exercícios físicos, também se deve levar em conta os benefícios psicológicos e sociais, pois o DM afeta tanto a saúde fisiológica do paciente como a emocional. Dentro desta ótica, os exercícios físicos podem servir de suporte para melhorar a auto-estima, favorecer a sociabilidade, melhorar o bem-estar e por conseqüência a qualidade de vida. No entanto, devido as contradições encontradas nos poucos estudos envolvendo portadores de DM tipo 2 e exercícios resistidos com pesos, fazem-se necessárias mais pesquisas para elucidar as dúvidas pendentes, para com isso, fazer com que os exercícios resistidos com pesos se tornem um importante coadjuvante no tratamento do DM.

Referências

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição de exercícios**. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
- ALMEIDA, H. (Org.) **Diabetes mellitus: uma abordagem simplificada para profissionais de saúde**. São Paulo: Atheneu, 1997.
- ALVES, S. A. **Efeito agudo e crônico de um programa de atividade física em diabéticos idosos**. 2000. 47 f. Monografia (Especialização) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2000.
- BARBOSA, A. R.; SANTARÉM, J. M.; JACOB FILHO, W.; MARUCCI, M. F. N. Composição corporal e consumo alimentar de idosos submetidas a treinamento contra resistência. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.14, n.13, p.177-83, 2001.
- BRYNER, R. W.; ULLRICH, I. H.; SAUERS, J.; DONLEY, D.; HORNSBY, G. KOLAR, M.; YEATER, R. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, US, v.18, n.1, p.115-21, 1999.
- BUTTS, N. K.; PRICE, S. Effects of a 12-week weight training program on the body composition of women over 30 years of age. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v.8, n.4, p.265-69, 1994.
- COLBERG, S. **Atividade física e diabetes**. Barueri: Manole, 2003.
- DÂMASO, A. **Nutrição e Exercício na Prevenção de Doenças**. Rio de Janeiro: Medsi, 2001.
- MELO, K. F. S.; GIANNELLA, M. L. C. C.; DE SOUZA, J. J. S.; FIDELIX, M. S. P.; NERY, M; NETO; D. G. Diabetes mellitus. **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v.60, n.7, p. 505-15, 2003.

- DIABETES CONTROL AND COMPLICATIONS TRIAL RESEARCH GROUP. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. **The New England Journal of Medicine**, Waltham, v.329, p.977-86, 1993.
- DUNSTAN, D. W.; DALY, R. M.; OWEN, N.; JOLLEY, D.; COURTEN, M.; SHAW, J.; ZIMMET, P. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v.25, n.10, p.1729-36, 2002.
- FRAIGE, F. F. O tratamento do diabetes mellitus do tipo 2. **Diabetes Clínica**, São Paulo, n.2, p.187-93, 2001.
- GIACCA, A.; GROENEWOUD, Y.; TSUI, E.; MCCLEAN, P.; ZINMAN, B. Glucose production, utilization, and cycling in response to moderate exercise in obese subjects with type 2 diabetes and mild hyperglycemia. **Diabetes**, Philadelphia, v.47, p.1763-70, 1998.
- GRUPO INTERDISCIPLINAR DE PADRONIZAÇÃO DA HEMOGLOBINA GLICADA. GIP-A1c - **Importância da Hemoglobina Glicada para a Avaliação do Controle Glicêmico em Pacientes com Diabetes Mellitus**: aspectos clínicos e laboratoriais: posicionamento oficial. São Paulo, 2003.
- GROSS, J. L.; SILVEIRO, S. P.; CAMARGO, J. L.; REICHEL, A. J.; AZEVEDO, M. J. Diabetes melito: diagnóstico, classificação e avaliação do controle glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.46, n.1, p.16-26, 2002.
- ISHII, T.; YAMAKITA, T.; SATO, T.; TANAKA, S.; FUJII, S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. **Diabetes Care**, Alexandria, v.21, n.8, p.1353-55, 1998.
- KRISKA, A. Physical activity and the prevention of type 2 diabetes mellitus: how much for how long? **Sports Medicine**, Auckland, v.29, p.147-51, 2000.
- LEITE, C. F.; NUNES, V. G. S. Alterações da composição corporal e de VO₂máx em pessoas obesas submetidas a um programa de exercícios aeróbicos e resistidos. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, São Paulo, v.29, n.1, 99-116, 2002.
- MAIORANA, A.; O'DRISCOLL, G.; GOODMAN, C.; TAYLOR, R.; GREEN, D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. **Diabetes Research and Clinical Practice**, Amsterdam, NL, v.56, p.115-23, 2002.
- MARTINS, D. M.; DUARTE, M. F. S. Efeitos do exercício físico sobre o comportamento da glicemia em indivíduos diabéticos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.3, n.3, p.32-44, 1998.
- MERCURI, N.; ARRECHEA, V. Atualização: atividade física e diabetes mellitus. **Diabetes Clínica**, São Paulo, n.5, p.347-49, 2001.
- NUNES, V. G. S. **Parâmetros bioquímicos, fisiológicos e da condição física em obesos com diferentes padrões de tolerância à glicose submetidos a um programa de exercícios e dieta**. 1996. 175 f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.
- PASSOS, A. P.; DULLIUS, J.; PORTO, L. G.; LOFRANO, A. Diabetes mellitus tipo 2 e exercício físico aeróbico. **Diabetes Clínica**, São Paulo, n.5, p.375-80, 2002.
- PEIRCE, N. S. Diabetes and exercise. **British Journal Sports Medicine**, Parkville, v.33, p.161-73, 1999.
- PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. 1995. 124f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- POEHLMAN, E. T.; DVORAK, R. V.; DENINO, W. F.; BROCHU, M.; ADES, P. A. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Baltimore, v.87, n.3, p.1004-09, 2002.
- POEHLMAN, E. T.; DVORAK, R. V.; DENINO, W. F.; BROCHU, M.; ADES, P. A. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Baltimore, v.85, n.7, p. 463-68, 2000.
- RECH, C. R. **Desenvolvimento e validação de equações para predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade**. 2004. 93f. Monografia (Especialização em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- RICE, B.; JANSSEN, I.; HUDSON, R.; ROSS, R. Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. **Diabetes Care**, Alexandria, v.22, p.684-91, 1999.
- SANTARÉM, J. M. Atualização em exercícios resistidos saúde e qualidade de vida. **Âmbito Medicina Desportiva**, São Paulo, v.28, n.2, p. 9-14, 1997.
- SANTARÉM, J. M. **Atualização em exercícios resistidos: mobilização do tecido adiposo**. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/saude/musvida/artigos.htm>>. Acesso em: 14 jul. 2003a.
- SANTARÉM, J. M. Hipertrofia muscular: aptidão física, saúde e qualidade de vida. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/saude/musvida/artigos.htm>>. Acesso em: 14 jul. 2003b.
- SANTOS, C. F.; CRESTAN, T. A.; PICHETH, D. M.; FELIX, G.; MATTANÓ, R. S.; PORTO, D. B.; SEGANTIN, A. Q.; CYRINO, E. S. Efeito de 10 semanas de treinamento com pesos sobre indicadores da composição corporal. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, DF, v.10, n.2, p.79-84, 2002.

SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, supl. 1, p.29-36, 2003.

SILVA, C. A.; LIMA, W. C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 à curto prazo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.46, n.45, p. 550-56, 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Consenso brasileiro sobre diabetes 2002**: Diagnóstico e classificação do diabetes melito e tratamento do diabetes melito do tipo 2. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2003.

Bolsista CAPES

*Artigo vinculado à monografia de especialização do Programa de Pós-Graduação em Pesquisa e Ciência do Movimento Humano da Universidade Federal de Santa Maria (defendida em dez/2004).

Endereço para correspondência:

Daniela Lopes dos Santos
Av. Presidente Vargas, 1635, Apto. 303
Santa Maria, RS.
97015-511
Telefone: (55) 3223 6734
E-mail: danielals@brturbo.com.br
lucambri@yahoo.com.br

Manuscrito recebido em 02 de maio de 2006.

Manuscrito aceito em 10 de julho de 2006..