

Artigo Original

## Efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabéticos tipo 2

Lucieli Teresa Cambri<sup>1,2</sup>  
Juliana Pereira Decimo<sup>1</sup>  
Michele de Souza<sup>1</sup>  
Fernando Roberto de Oliveira<sup>3</sup>  
Monique da Silva Gevaerd<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lab. de Análises Multisetorial - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

<sup>2</sup>Bolsista Capes

<sup>3</sup>Departamento de Educação Física - Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil

**Resumo:** Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito agudo e crônico de um programa de exercícios físicos no controle metabólico em diabéticos tipo 2. O grupo foi composto por oito sedentários, com  $57,6 \pm 4,9$  anos. O programa de exercício físico foi constituído de exercício aeróbico ou resistido com pesos realizados três vezes por semana. Foram coletados dados referentes às variáveis antropométricas (massa corporal, índice de massa corporal, circunferência do abdômen, somatório das dobras cutâneas e percentual de gordura corporal) e bioquímicas (glicemia de jejum, hemoglobina glicada, colesterol total, triglicerídeos, lipoproteína de baixa densidade e lipoproteína de alta densidade – HDL-C) antes, após 6 e 12 semanas do programa de exercício. A glicemia capilar foi verificada antes e após uma das sessões semanais de exercício físico. Nenhuma das variáveis morfológicas demonstraram alterações significativas, embora o somatório das dobras cutâneas e o percentual de gordura corporal tenham apresentado tendência a menores valores. A única variável bioquímica que apresentou efeito do treinamento foi a HDL-C. No entanto, apesar das demais não terem apresentado reduções significativas, vários sujeitos passaram da condição de controle inadequado para controle adequado, em relação aos valores de referência. Quanto à glicemia capilar, observou-se redução estatisticamente significativa. A partir dos resultados obtidos, pode-se perceber efeito favorável do exercício físico no controle metabólico de diabéticos tipo 2.

**Palavras chaves:** Diabetes mellitus. Exercício físico. Controle metabólico.

*Acute and chronic effect of physical exercise in the glycemie and lipidic profile in type 2 diabetic subjects*

**Abstract:** This work had the purpose of verifying the acute and chronic effect of physical exercise (PE) program in the metabolic control in subjects with type 2 diabetes. The group of study was composed for 8 sedentary of both the sexes, with  $57.6 \pm 4.9$  years. The PE program was constituted of 3 weekly sessions, during 12 weeks, composed by walking or weight resisted exercise. They had data collected given reference to anthropometric variables (body mass, body mass index, waist circumference, skinfold sum, percentage of body fat) biochemical variables (fasting glucose, glucosided hemoglobin, total cholesterol, triglycerides, low density lipoprotein, high density lipoprotein – HDL-C) before, after 6 and 12 weeks of PE program. The capillary glycemia was verified before and after one of the weekly sessions of PE. The average of the capillary glycemia reduced significantly. None of the morphologic variables had reduced significantly, as chronic effect of the training, although the sum of skinfolds and %FC had reduced after of PE program. Only the HDL-C had presented effect of the training. However, despite the other biochemical variables didn't present significant reductions, some subjects have passed from the inadequate condition to an adequate adjusted condition. From the results obtained it is suggested that the PE presents a favorable acute effect under capillary glycemia and a favorable chronic effect under morphological and biochemical variables in type 2 diabetes.

**Key-Words:** Diabetes mellitus. Physical exercise. Metabolic control.

### Introdução

O Diabetes Mellitus (DM) é uma desordem metabólica crônico-degenerativa e de etiologia múltipla, decorrente de fatores genéticos e ambientais (SARTORELLI; FRANCO, 2003, SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003). Neste sentido, o

envelhecimento populacional associado às modificações dos hábitos alimentares e do estilo de vida, principalmente devido à diminuição nos níveis de atividade física, tem contribuído expressivamente para a crescente incidência da doença (SARTORELLI; FRANCO, 2003, WILD et al., 2004).

Como tendência, existe a perspectiva de um aumento de mais de 100% nos números mundiais de pacientes com diabetes mellitus, de cerca de 171 milhões em 2000 para quase 366 milhões em 2030. Neste período, o Brasil deverá passar da oitava para a sexta posição, entre os países com maior número de casos da doença. Estes dados implicarão no aumento da morbi-mortalidade por problemas cardiovasculares e por outras complicações decorrentes do DM (WILD et al., 2004).

Neste contexto, a taxa de mortalidade por DM no Brasil, durante o ano de 2002, foi de 20,8%, representando mais de 36 mil indivíduos falecidos como consequência da doença (BRASIL, 2006). No entanto, o DM muitas vezes é subnotificado como causa primária de óbito, já que os diabéticos geralmente morrem devido às complicações crônicas da doença, sendo estas consideradas como *causas mortis* (SARTORELLI; FRANCO, 2003). Além disso, o DM é responsável por aproximadamente 26% dos pacientes ingressantes em programas de diálise e é a principal causa de amputações de membros inferiores e de cegueira adquirida (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003).

Dentre os tipos de DM, o DM tipo 2 representa a forma mais comum da doença, abrangendo 85 a 90% do total de casos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003). Nestes, existe um predomínio da obesidade, presente em aproximadamente 80 a 90% dos pacientes. Além disso, as dislipidemias, consideradas fatores de risco primário para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, também estão intimamente associadas ao DM tipo 2 (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2003, SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2003).

O tratamento do DM tipo 2 é realizado com antidiabéticos orais e/ou insulina, controle da dieta alimentar e prática regular de exercícios físicos. O exercício físico é de fundamental importância para a redução da massa corporal (MC), gordura corporal (GC), pressão arterial e resistência à insulina. Estas alterações favorecem o controle glicêmico e lipídico, além de promover a sensação de bem-estar (MARTINS; DUARTE, 1998, FRAIGE, 2001, SARTORELLI; FRANCO, 2003). De acordo com dados da Sociedade Brasileira de Diabetes (2003), pequenas reduções na MC estão associadas à melhora significativa nos níveis pressóricos e no controle metabólico, reduzindo assim, mortalidade relacionada à doença. Graham et al. *apud*

*Motriz, Rio Claro, v.13, n.4, p.238-248, out./dez. 2007*

Dullius e López (2003) salientam ainda que, os exercícios físicos podem ser considerados a parte menos traumática da terapia do diabético, em comparação à complexidade de mudanças nos hábitos alimentares.

Dentre os exercícios físicos recomendados, os exercícios aeróbios são os mais indicados, provavelmente em função de ainda serem os mais estudados (GIACCA et al., 1998, MARTINS; DUARTE, 1998, PASSOS et al., 2002, SILVA; LIMA, 2002). Entretanto, a procura pelos exercícios resistidos com pesos tem aumentado. Estes apresentam inúmeras aplicações, as quais variam de acordo com os objetivos, que no caso do DM destaca-se o desenvolvimento de aptidão física relacionada à saúde (HASS et al., 2001). Segundo Maiorana et al. (2002), tanto os exercícios aeróbios quanto os exercícios resistidos com pesos, apresentam efeitos benéficos no tratamento do DM tipo 2.

Com isso, acredita-se que a indicação de ambas as formas de exercícios físicos é relevante, visto que, muitas pessoas podem se identificar mais com uma ou outra forma de exercício, fato que aumentará a aderência aos programas de exercícios físicos, pois o gosto pela modalidade praticada é um dos principais responsáveis pela permanência num programa de exercício físico. A partir do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabéticos tipo 2.

## Material e Métodos

O grupo de estudo foi composto por 8 voluntários sedentários de ambos os sexos (cinco homens e três mulheres), com média de  $57,6 \pm 4,9$  anos, não fumantes, com  $6,8 \pm 3,3$  anos de diagnóstico médico de DM tipo 2 (três tratados com insulina e os demais com antidiabéticos orais) e atestado médico para prática de exercícios físicos. Considerou-se sedentário o indivíduo que não praticava exercícios há no mínimo quatro meses. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina (registro CEP nº 021/05) e os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando sua participação no estudo.

Os dados coletados foram referentes às variáveis antropométricas, bioquímicas, registro dietético e anamnese relativa à medicação. Também foram coletados dados relativos à glicemia capilar, antes e

após uma das sessões semanais de exercícios físicos, durante todas as semanas do experimento, para avaliar o efeito agudo das sessões de exercícios físicos e para se ter um maior controle do quadro glicêmico do diabético.

As medidas antropométricas coletadas foram: massa corporal (balança TOLEDO<sup>®</sup>), estatura (estadiômetro SANNY<sup>®</sup>), medidas de dobras cutâneas (compasso CESCORF<sup>®</sup>) – DC - (bicipital, tricipital, subescapular, peitoral, axilar média, supra-íliaca e panturrilha medial) e medidas de circunferências (cintura, abdômen e quadril) - (fita métrica CARDIOMED<sup>®</sup>), adotando-se os procedimentos, segundo Petroski (1995). As coletas foram realizadas sempre no mesmo horário, para evitar a variação circadiana.

A composição corporal foi avaliada pelo índice de massa corporal (IMC), circunferência do abdômen, relação cintura/quadril (RCQ), somatório das DC coletadas ( $\Sigma$ 7DC) e %GC, esta última foi calculada pela densidade corporal, com as equações de Petroski (1995), conforme o sexo, e pela equação de Siri (1961) *apud* Petroski (1995).

O perfil glicêmico foi avaliado pela determinação da glicemia de jejum e hemoglobina glicada (A1c), e o perfil lipídico pelas dosagens de triglicerídeos (TG), colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e lipoproteína de baixa densidade (LDL-C). Estes dados foram determinados por análises enzimáticas colorimétricas, utilizando amostras sanguíneas após jejum de 12 horas. Inicialmente, as amostras de sangue foram centrifugadas durante cinco minutos (BIO ENG<sup>®</sup> modelo BE-4004) para separação do soro. Para as análises, foram utilizados *kits* de reagentes enzimáticos colorimétricos específicos para dosagem de cada analito, compatíveis com o espectrofotômetro CONCEPT (marca BIOTÉCNICA<sup>®</sup>). A análise da A1c foi realizada por um teste cromatografia de colunas de troca iônica (marca GOLD ANALISA<sup>®</sup>), com posterior detecção colorimétrica.

Os valores considerados adequados para os parâmetros bioquímicos foram: glicemia de jejum < 100 mg.dl<sup>-1</sup>, TG < 150 mg.dl<sup>-1</sup>, CT < 200 mg.dl<sup>-1</sup>, LDL-C < 100 mg.dl<sup>-1</sup>, HDL-C > 40 e > 50 mg.dl<sup>-1</sup> para homens e mulheres, respectivamente e A1c ≤ 7% (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2003).

Para verificar os níveis de glicemia capilar, foram coletadas amostras de sangue capilar da ponta do dedo antes e após uma das sessões semanais de exercícios físicos. Para perfurar o dedo para coleta de sangue

foram utilizadas lancetas (ACCU-CHEK<sup>®</sup> SOFTCLIX). Para a mensuração da glicemia capilar foram utilizados tiras regentes e um monitor de glicose (ACCU-CHEK<sup>®</sup> ADVANTAGE). Para facilitar os procedimentos de coleta, os sujeitos foram divididos em três grupos, com coletas de sangue capilar realizadas 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, ao longo do estudo.

Os indivíduos receberam orientações para não modificar o seu tratamento médico (antidiabéticos orais e/ou insulina e antilipídêmicos) no decorrer do experimento. Para verificação dessa recomendação foram utilizadas fichas de anamnese. Para garantir que esta indicação fosse seguida, os pacientes foram semanalmente questionados sobre possíveis alterações na medicação.

Um nutricionista orientou os indivíduos a não modificar sua dieta durante o estudo. Para verificação dessa recomendação, foi utilizado o registro dietético de três dias, incluindo pelo menos um dia de final de semana. Os dados foram avaliados pelo programa de avaliação nutricional Dietwin<sup>®</sup>. A estimativa do consumo energético total e do percentual de macronutrientes (carboidratos, gorduras e proteínas) foi realizada pela média do consumo energético dos três dias de registro.

Os programas de exercícios físicos foram constituídos de três sessões semanais (segundas, quartas e sextas-feiras), entre 7:00 e 8:30 horas, durante um período de 12 semanas (Total: 36 sessões). Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente entre os programas de exercícios aeróbios (caminhada) ou exercícios resistidos com pesos. Sendo que três sujeitos finalizaram o programa de exercício aeróbio e cinco o programa de exercícios resistidos com pesos.

As sessões de exercícios aeróbios foram constituídas de 10 minutos de aquecimento, parte principal e 10 minutos de volta à calma (alongamento). A parte principal das sessões foi constituída de uma caminhada entre 90-105% da intensidade no ponto de inflexão da FC, obtido no teste progressivo de caminhada, que foi repetido após 6 semanas para ajustar as cargas de treinamento. O ponto de inflexão da FC foi determinado pela intersecção de duas retas. Este fenômeno tem sido associado ao primeiro limiar de lactato e/ou ventilatório. A intensidade determinada pelo ponto de inflexão representou em média 60-70% da FC<sub>máx</sub> predita pela idade e índice de percepção do esforço entre 11 e 13

pontos na escala de Borg de 6-20 pontos (BORG, 2000). A caminhada iniciou com 20 minutos, aumentando gradativamente com o passar das semanas. A duração total das sessões foi de aproximadamente 40-60 minutos.

As sessões de exercícios resistidos com pesos foram constituídas de 10 minutos de aquecimento (5 minutos de caminhada e 5 minutos de alongamento), cerca de 30-40 minutos de exercícios e 10 minutos de volta à calma (alongamento). A parte principal das sessões de exercícios resistidos com pesos foi constituída por 10 exercícios que englobavam, sobretudo, os grandes grupamentos musculares (supino horizontal, voador frontal, puxada alta, remada baixa, elevação lateral, pressão de pernas, extensão de joelho, flexão de joelho, panturrilha e abdominais no aparelho). Cada sessão teve aproximadamente 50-60 minutos de duração total. Iniciou-se com a execução de uma série e aumentou até três, com o passar das semanas. Com repetições não máximas entre 15 e 20 para o período de adaptação e entre 12 e 15 RMs para o período de treinamento. A ordem de realização dos exercícios foi alternada por segmento corporal, com as séries inicialmente realizadas em circuito e depois de forma consecutiva. Os intervalos entre as séries e entre os exercícios foram de um minuto, com os movimentos realizados numa velocidade média e com amplitude adequada às condições de cada indivíduo.

A coleta de dados referente aos efeitos crônicos do programa de exercícios físicos, foi realizada no início, após 6 e 12 semanas. As coletas foram realizadas cerca de 72 horas após o término da última sessão de exercício físico para evitar a interferência do efeito agudo da sessão de exercício sobre algumas variáveis. Os avaliados foram aconselhados a não realizarem atividades vigorosas e nem ingerirem bebidas alcoólicas ou cafeïnadas, nas 24 horas anteriores às avaliações.

Para análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva para a determinação da média aritmética e desvio padrão das variáveis estudadas. Inicialmente, foi utilizado o teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos dados. Para verificar o efeito agudo nos valores de glicemia capilar pré e pós-exercício durante o programa de exercícios físicos foi utilizado o teste T de Student's pareado. Para determinar o efeito do programa de exercícios físicos na composição corporal, nos níveis de A1c e no perfil lipídico, e para verificar se houve mudança no consumo energético, foi utilizada ANOVA One-Way com medidas repetidas

seguida pelo Post Hoc de Scheffé. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

O percentual de freqüência nas sessões do programa de exercícios físicos foi de 98,3%, com todos os participantes apresentando freqüência mínima de 85%. O programa de exercícios físicos foi realizado entre os meses de abril a julho, com temperatura e a umidade relativa do ar de  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $65 \pm 15\%$ , respectivamente. Ao acreditar que os programas de exercícios poderiam ocasionar respostas similares, optou-se por realizar inferências do grupo como um todo e não conforme o programa de exercício realizado.

Por meio dos dados levantados na anamnese, pode-se afirmar que não houve alteração na medicação utilizada pelos participantes, durante o experimento. Da mesma forma, pode-se verificar que não houve diferença significativa no consumo energético e na proporção de macronutrientes ingeridos, entre o início, após 6 semanas e na última semana do programa de exercícios físicos. Assim, pode-se inferir que os aspectos dietéticos e modificações na medicação do grupo avaliado não interferiram de forma significativa nas variáveis avaliadas. Sendo assim, na seqüência tem-se a análise dos dados referente aos efeitos agudo e crônicos do programa de exercícios físicos aplicado.

Com relação ao efeito agudo, foi avaliada a glicemia capilar pré e pós-sessão de exercícios físicos. Os resultados estão apresentados na tabela 1. A partir destes, verificou-se diminuição da glicemia capilar nos indivíduos diabéticos em 78,0% das sessões analisadas, com variações de 0,4 até 62,5% em relação à glicemia pré-exercício. Constatou-se ainda, que a redução média da glicemia após as sessões de exercícios físicos foi de 18,0% ( $p < 0,05$ ). Estes dados evidenciam a relevância da prática regular de exercícios físicos como importante auxiliar no controle agudo da glicemia em diabéticos.

Quanto aos efeitos crônicos do programa de exercício físico aplicado, os dados das variáveis morfológicas e bioquímicas, estão apresentados nas tabelas 2 e 3, respectivamente, nos três momentos do estudo (no início, após 6 e 12 semanas). As variáveis morfológicas foram incluídas no estudo, apesar de não estarem nos objetivos, devido ao fato da literatura mostrar que há associações entre estas variáveis e melhoras nos parâmetros bioquímicos.

**Tabela 1.** Médias, desvio padrões e variação percentual (Var%) da glicemia capilar pré e pós-sessão semanal e do programa de exercício físico (n=8)

Semanas	Glicemia Capilar (mg.dl <sup>-1</sup> )		Var% da Glicemia Capilar Pré e Pós-sessão
	Pré-sessão	Pós-Sessão	
1	195 ± 61	169 ± 60	-13,4
2	188 ± 50	168 ± 47	-10,9
3	195 ± 57	167 ± 43*	-14,4
4	195 ± 49	167 ± 56*	-14,5
5	173 ± 32	148 ± 34*	-14,4
6	168 ± 41	137 ± 39*	-18,7
7	176 ± 46	160 ± 37	-9,2
8	196 ± 40	168 ± 52*	-14,3
9	199 ± 57	162 ± 49	-18,6
10	202 ± 36	160 ± 19*	-20,7
11	201 ± 38	144 ± 45*	-28,7
12	187 ± 34	115 ± 13*	-38,5
<b>Média</b>	<b>190</b>	<b>155*</b>	<b>-18,0</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>8,2</b>

\*diferença significativa (p<0,05) entre pré e pós-sessão (teste t de Student pareado).

**Tabela 2.** Média e desvio padrão das variáveis morfológicas pré-teste, 6 semanas após e pós-teste.

n=8	Pré-Teste	6 semanas	Pós-Teste
MC (kg)	91,4 ± 18,7	91,5 ± 18,7	91,7 ± 19,3
IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	31,6 ± 6,6	31,4 ± 6,6	31,6 ± 6,8
Circunferência do abdômen (cm)	109,6 ± 13,7	107,3 ± 13,5	106,8 ± 12,7
RCQ	0,93 ± 0,07	0,93 ± 0,06	0,93 ± 0,07
Σ7DC (mm)	166,5 ± 72,0	141,2 ± 54,5	133,8 ± 54,1
GC (%)	33,2 ± 0,7	32,4 ± 10,9	29,5 ± 8,7

Nota: Não houve diferença significativa entre as avaliações (Anova One Way). MC: massa corporal; IMC: índice de massa corporal; RCQ: relação cintura quadril; Σ7DC: somatório de 7 dobras cutâneas; GC: gordura corporal;.

Nenhuma das variáveis morfológicas demonstraram alterações significativas (p>0,05), embora o Σ7DC e o %GC tenham apresentado tendência a menores valores.

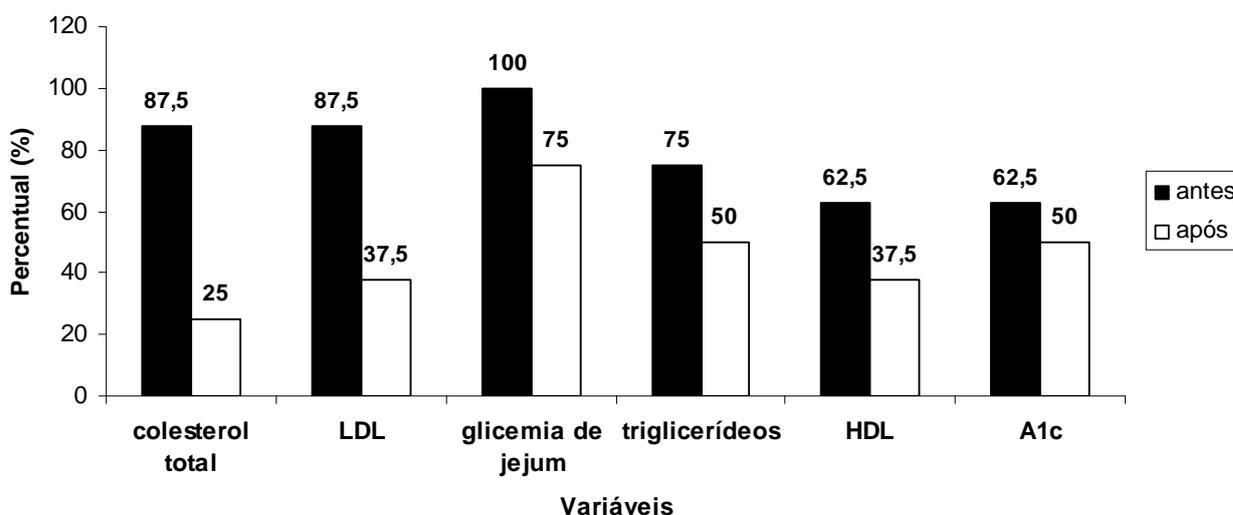
**Tabela 3.** Média e desvio padrão das variáveis bioquímicas pré-teste, 6 semanas após e pós-teste.

N=8	Pré-Teste	6 semanas	Pós-Teste
Glicemia de jejum (mg.dl <sup>-1</sup> )	165 ± 31	160 ± 26	141 ± 34
Hemoglobina glicada (%)	8,9 ± 2,5	7,9 ± 2,1	7,9 ± 1,5
Colesterol total (mg.dl <sup>-1</sup> )	235 ± 39	227 ± 49	189 ± 67
Triglicerídeos (mg.dl <sup>-1</sup> )	220 ± 86	185 ± 83	174 ± 88
LDL-C (mg.dl <sup>-1</sup> )	156 ± 45	154 ± 43	113 ± 60
HDL-C (mg.dl <sup>-1</sup> )	35 ± 6	36 ± 5	42 ± 3*

\*diferença significativa (p<0,05) em relação ao pré-teste (Anova One Way e Post Hoc de Scheffê).

A única variável bioquímica que apresentou efeito do treinamento foi a HDL-C. No entanto, apesar das demais não terem apresentado reduções significativas, vários sujeitos passaram das condições de controle inadequado para controle adequado em relação aos

valores considerados como referência para este estudo. Estes dados estão apresentados na figura 1.



**Figura 1.** Percentual (%) de indivíduos com controle bioquímico inadequado antes e após o programa de exercício físico.

### Discussão

Diante dos dados apresentados no presente estudo, verifica-se a importância da prática regular de exercícios físicos, com o propósito de se obter um melhor controle metabólico em pacientes diabéticos tipo 2.

Inicialmente, com relação aos dados da glicemia capilar nos indivíduos diabéticos, verificou-se que, esta reduziu significativamente após 8 das 12 semanas analisadas. A média geral do programa de exercício também reduziu significativamente. Estes resultados foram similares aos de Cambri e Santos (2006), nos quais a glicemia capilar após sessões de exercícios resistidos com pesos reduziu 19,9% em média. Outros estudos, igualmente evidenciaram o efeito agudo dos exercícios aeróbios (GIACCA et al., 1998, MARTINS; DUARTE, 1998, SILVA; LIMA, 2002, PASSOS et al., 2002) ou dos exercícios resistidos com pesos (CAMBRI; SANTOS, 2005) na redução da glicemia capilar em diabéticos tipo 2.

O percentual de sessões analisadas com redução da glicemia capilar e as variações em relação à glicemia pré-exercício são semelhantes aos de Cambri e Santos (2005) no qual, ocorreu redução da glicemia capilar em 81,3% das sessões analisadas durante um programa de exercícios resistidos com pesos, com variações de 0,4 até 64,4%. Da mesma forma, Martins e Duarte (1998) verificaram as

alterações glicêmicas em diabéticos, que realizaram um programa de exercício físico predominantemente aeróbico, durante 3-9 meses, com reduções em 74,5 a 76,5% das sessões.

A redução da glicemia capilar após uma sessão de exercício físico pode ser explicada devido ao aumento da permeabilidade à glicose nas fibras musculares ativas, mesmo na ausência e/ou deficiência da ação da insulina. (GIACCA et al., 1998). Neste sentido, o exercício físico regular aumenta a captação e o metabolismo da glicose pelo músculo, assim como, incrementa a síntese e translocação de GLUT-4 – transportadores de glicose no tecido adiposo, músculo esquelético e cardíaco (PEIRCE, 1999, DÂMASO, 2001).

Por outro lado, os exercícios físicos também podem auxiliar na redução dos níveis de glicemia, após a sua prática, melhorando o controle glicêmico em longo prazo, o que é comumente verificado pela redução de A1c (MERCURI; ARRECHEA, 2001). Giacca et al. (1998) observaram que, em diabéticos tipo 2, a glicose plasmática diminuiu significativamente durante exercício a 50% do  $VO_{2máx}$  e permaneceu reduzida durante a recuperação. Este processo de aumento na captação de glicose pós-exercício auxilia na redução de fatores de risco cardiovasculares, aumentando o fluxo sanguíneo e a circulação nos membros inferiores. Igualmente, contribui na redução do CT, TG; MC e GC; assim como, no incremento da

sensibilidade do organismo à insulina, fazendo com que a longo prazo, possa ocorrer alterações na terapia farmacológica (DUNCAN et al., 2003). Em conjunto, estes efeitos promovem uma melhoria na qualidade de vida do portador de DM (DÂMASO, 2001).

Com base nos resultados obtidos, quanto aos efeitos do programa de exercício físico de 12 semanas, sobre as variáveis morfológicas avaliadas na presente investigação, não foi verificado nenhum efeito significativo, embora o  $\Sigma$ 7DC e %GC tenham apresentado tendência a menores valores. Com relação às variáveis bioquímicas, a única influenciada significativamente pelo programa de exercício físico foi a concentração sérica de HDL-C. No entanto, é possível que o reduzido número de sujeitos no grupo estudado, tenha influenciado na ausência de alterações significantes entre as variáveis bioquímicas e morfológicas avaliadas. Além disso, a pesquisa teve outras limitações, dentre estas: o fato do grupo ter sido constituído por voluntários e não por seleção aleatória; a dieta alimentar ter sido apenas mensurada e não prescrita, e a ausência de grupo controle.

Os resultados das dosagens de A1c estão de acordo com diversos estudos, nos quais não foram verificadas alterações nos níveis de A1c (DUNSTAN et al., 1998, ISHII et al., 1998, CUFF et al., 2003, HOLTEN et al., 2004, CAMBRI; SANTOS, 2006). Os trabalhos que demonstraram redução na A1c após programas de exercício físico são em menor número (DUNSTAN et al., 2002, CASTANEDA et al., 2002, MAIORANA et al., 2002, SILVA; LIMA, 2002). Mas, a partir destes constata-se que a A1c geralmente apresenta reduções significativas, em experimentos mais longos (DUNSTAN et al., 2002; CASTANEDA et al., 2002). Entretanto, ainda existem muitas contradições nestes estudos, sobretudo quando se referem à programas de exercícios resistidos com pesos, devido às diferenças na intensidade dos exercícios físicos, na duração da sessão e no período de treinamento, ou nos níveis de A1c iniciais.

A partir dos dados de A1c e glicemia de jejum do presente trabalho, percebe-se que o efeito agudo observado pelas reduções na glicemia capilar após as sessões de exercícios físicos durante o treinamento não repercutiu significativamente sobre os níveis de A1c. No entanto, 37,5% dos sujeitos já apresentavam valores de A1c inferiores a 7%, o que

pode ter dificultado maiores alterações nesta variável.

Com relação aos efeitos dos exercícios físicos sobre o perfil lipídico dos diabéticos avaliados no presente estudo, houve aumento dos níveis séricos de HDL-C. Estes resultados são similares aos encontrados nos trabalhos de Thompson et al. (1997) e Silva e Lima (2002). Os dados dos demais parâmetros avaliados, referentes ao perfil lipídico, são análogos a diversos estudos, nos quais igualmente não houve redução nos níveis de CT, TG e LDL-C após o programa de exercício físico (SMUTOK et al., 1993, STARON et al., 2000, DUNSTAN et al., 2002, MAIORANA et al., 2002, CUFF et al., 2003, DUNCAN et al., 2003). Estes dados também estão de acordo com a metanálise de Leon e Sanches (2001), os quais avaliavam 51 artigos sobre as alterações lipídicas decorrentes do treinamento aeróbio isolado ou combinado com dieta e verificaram que as reduções nas concentrações de LDL-C, CT e TG são menos comuns, quando comparadas ao aumento de HDL-C, em intervenções com período igual ou superior a 12 semanas.

Por outro lado, Halle et al. (1999) e Silva e Lima (2002) encontraram reduções significantes no IMC, TG, CT e LDL-C em diabéticos tipo 2. No primeiro trabalho, que foi aliado à dieta, as concentrações de HDL-C não sofreram alterações. Ao contrário do segundo, que além do aumento na HDL-C, a glicemia de jejum e a A1c reduziram significativamente. Em geral, em experimentos com dieta e exercício físico combinados ou isolados (STEFANICK et al., 1998; NIEMAN et al., 2002), verifica-se redução mais evidente no CT, TG e LDL-C nos grupos que combinam dieta e exercício físico. Os níveis de HDL-C não alteraram significativamente em nenhum dos estudos, o que pode ter ocorrido porque o exercício físico amenizou o efeito negativo da dieta sobre esta variável, uma vez que, dietas tendem a reduzir os níveis de HDL-C. Estes resultados sugerem que, a associação de dieta ao exercício físico parece ser imprescindível para a ocorrência de alterações mais substanciais em determinadas variáveis lipídicas.

Quanto aos parâmetros morfológicos, dados análogos aos achados no presente estudo, foram constatados ao avaliar diabéticos tipo 2 após programas de exercícios resistidos com pesos. Ishii et al. (1998) e Dunstan et al. (1998) não constataram

redução significativa na MC, RCQ e %GC, após 4-8 semanas. Contrapondo estes achados, Castaneda et al. (2002) e Dunstan et al. (2002) observaram diabéticos tipo 2, durante 16 e 24 semanas, respectivamente, de exercícios resistidos com pesos, com concomitante redução da MC, IMC, %GC, gordura do tronco e aumento da massa muscular. Estas alterações favoráveis podem ter ocorrido devido ao maior tempo de intervenção comparado ao do presente trabalho. Uma vez que, a influência da duração total do programa de exercício físico, especialmente quanto aos exercícios resistidos com pesos, sobre determinadas variáveis, não está completamente esclarecida.

Segundo Cambri et al. (2006) e Cambri e Gevaerd (2006), os mecanismos pelos quais os exercícios físicos induzem alterações nos níveis de A1c e nos lipídios sanguíneos, de uma forma geral, incluem redução da massa e da GC, mudanças na distribuição da GC, assim como, aumento da concentração e translocação do GLUT-4 e melhora na sensibilidade insulínica para a A1c e na atividade de enzimas que regulam o metabolismo das lipoproteínas. Cabe salientar que, essas modificações apresentam especificidade de acordo com as características da população analisada, visto que, os níveis de lipoproteínas e A1c iniciais podem intervir nos resultados, assim como, as combinações entre volume, intensidade, frequência semanal e duração total do programa de exercícios. A partir destas considerações acredita-se que, o fato do programa de exercício físico apresentado não ter modificado a composição corporal, igualmente o perfil lipídico e algumas variáveis bioquímicas não se alteraram.

Contudo, vale salientar que a literatura apresenta alguns dados constatando que, ao contrário do perfil lipídico, a melhora na sensibilidade à insulina pode ser independente das alterações na composição corporal e na aptidão física. Isto foi relatado por Duncan et al. (2003), os quais observaram que após 6 meses de exercícios aeróbios, a sensibilidade à insulina e a atividade da lipase lipoproteica aumentaram, e não houve alterações significativas na MC, no  $VO_{2max}$  e nem no perfil lipídico. Neste sentido, Thompson et al. (1997) incrementaram o consumo energético para manter a MC durante 12 meses de treinamento aeróbio e verificaram redução do CT e aumento dos níveis de HDL-C, o que reflete o efeito do exercício físico sobre os lipídios

sanguíneos, mesmo sem modificações na composição corporal. Contudo, estes resultados foram obtidos após num período de treinamento superior ao da maioria das intervenções. A partir destes achados, surge o interesse em investigações com metodologia similar à do presente trabalho aliada à análises de sensibilidade à insulina e atividade da lipase lipoproteica, uma vez que, estas alterações podem preceder as referentes ao perfil lipídico e A1c, as quais supostamente ocorreriam num período de treinamento maior.

Outra observação relevante se refere à existência de poucos estudos que comparam os benefícios dos exercícios resistidos com pesos e dos exercícios aeróbios, isolados ou combinados (LEE et al., 1990; CUFF et al., 2003). Nestes, mesmo com aumentos na MC magra e no  $VO_{2max}$ , e reduções na MC e no %GC em alguns grupos, não houve alterações no perfil lipídico e na A1c. Isso, provavelmente devido às reduzidas concentrações apresentadas previamente. Resultados semelhantes foram obtidos em outros trabalhos, dois destes com diabéticos tipo 2, os quais não verificaram mudanças nos perfil lipídico após 8 e 24 semanas de intervenções (três sessões semanais). Os programas foram constituídos de circuitos (MAIORANA et al., 2002), exercícios resistidos com pesos (STARON et al., 2000; DUNSTAN et al., 2002) e de exercícios aeróbios ou exercícios resistidos com pesos (SMUTOK et al., 1993). Ao contrário, Honkola et al. (1997) observaram reduções significantes nas concentrações de CT, LDL-C e TG em diabéticos tipo 2 após 5 meses de exercícios resistidos com pesos. A partir disso, evidencia-se a necessidade de mais investigações comparando os benefícios dos exercícios aeróbios e exercícios resistidos com pesos.

Por fim, apesar das variáveis bioquímicas não terem apresentado alterações significativas no presente estudo, diversos pacientes passaram a apresentar controle adequado para algumas destas variáveis, principalmente CT, LDL-C e TG. Este fato está de acordo com a hipótese do estudo proposto e é extremamente relevante em termos de condições de saúde para pacientes diabéticos tipo 2. Uma vez que, em diversos casos, o controle adequado pode representar a diminuição e/ou suspensão da medicação, assim como, a redução do aparecimento de complicações decorrentes da

doença, e conseqüentemente uma melhor qualidade de vida.

Adicionalmente, a partir dos dados apresentados verifica-se que talvez uma frequência semanal superior a três dias ou um período maior que 12 semanas, sejam necessários para ocasionar efeitos favoráveis na composição corporal e conseqüentemente no perfil lipídico e na A1c. Contudo cabe ressaltar que neste trabalho foi realizado apenas 12 semanas de treinamento, o que é um tempo inferior a alguns estudos reportados na literatura, para justamente verificar se mesmo num tempo menor ocorreriam alterações satisfatórias. Portanto, fica ainda algumas dúvidas quanto à duração total da intervenção, a frequência semanal e ao volume de cada sessão de exercício físico necessários para tal.

### Conclusões

A partir dos resultados, pode-se concluir que o programa de exercício físico aplicado em indivíduos sedentários diabéticos tipo 2 reduziu significativamente os níveis de glicemia capilar e aumentou as concentrações de HDL-C. As variáveis antropométricas e as demais variáveis bioquímicas não reduziram significativamente. Contudo muitos indivíduos passaram a apresentar controle adequado para alguns destes parâmetros.

### Referências

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Management of dyslipidemia in adults whit diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v.26, Supl.1, p.S83-S86, 2003.

BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Indicadores e dados básicos para saúde – IDB 2004**. Disponível em: <http://ministerio.saude.bvs.br/html/pt/indicadores.html> Acesso em: 4 ago. 2006.

CAMBRI, L. T.; GEVAERD, M. S. Diabetes mellitus tipo 2, hemoglobina glicada e exercícios físicos. **Revista Mineira de Educação Física**, Viçosa, v.14, n.2, p.47-67, 2006.

CAMBRI, L. T. et al. Perfil lipídico, dislipidemias e exercícios físicos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.8, n.3, p.100-106, 2006. Disponível em: <http://www.rbcdh.ufsc.br/>

[DownloadArtigo.do?artigo=307](#) Acesso em: 31 jan. 2008.

CAMBRI, L. T; SANTOS, D. L. Efeito agudo de um programa de exercícios resistidos com pesos na glicemia capilar de diabéticos tipo 2. **Diabetes Clínica**, São Paulo, v.9, n.2, p.125-129, 2005.

CAMBRI, L. T; SANTOS, D. L. Influência dos exercícios resistidos com pesos em diabéticos tipo 2. **Motriz. Revista de Educação Física**. UNESP, Rio Claro, v.12, n.1, p.33-41, 2006. Disponível em: <http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/motriz/article/view/58/39> Acesso em: 31 jan. 2008.

CASTANEDA, C. et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v.25, n.12, p.2335-2341, 2002. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/25/12/2335> Acesso em: 31 jan. 2008.

CUFF, D. J. et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v.26, p.2977-2982, 2003. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/26/11/2977> Acesso em: 31 jan. 2008.

DÂMASO, A. **Nutrição e exercício na prevenção de doenças**. Rio de Janeiro: Medsi, 2001.

DULLIUS, J.; LÓPEZ, R. F. Atividades físicas é parte do tratamento para diabéticos: mas quem é o profissional que a deve prescrever? **Revista Digital**, Buenos Aires, ano 9, n.60, maio, 2003. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd60/diabet.htm> Acesso em: 31 jan. 2007.

DUNCAN, G. E. et al. Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. **Diabetes Care**, Alexandria, v.26, p.557-562, 2003. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/26/3/557?etoc> Acesso em: 31 jan. 2007.

DUNSTAN, D. W. et al. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. **Diabetes Research and Clinical Practice**, Amsterdam, v.40, n.1, p.53-61, 1998. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-8227\(98\)00027-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-8227(98)00027-8)

DUNSTAN, D. W. et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v.25, n.10, p.1729-1736, 2002. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/25/10/1729> Acesso em: 31 jan. 2007.

- FRAIGE, F. F. O tratamento do Diabetes Mellitus do Tipo 2. **Diabetes Clínica**, São Paulo, v.2, p.187-193, 2001.
- GIACCA, A. et al. Glucose production, utilization, and cycling in response to moderate exercise in obese subjects with type 2 diabetes and mild hyperglycemia. **Diabetes**, Philadelphia, v.47, n.11, p.1763-1770, 1998.
- HALLE, M. et al. Influence of 4 weeks' intervention by exercise and diet on low-density lipoprotein subfractions in obese men with type 2 diabetes. **Metabolism**, Philadelphia, v.48, n.5, p.641-644, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0495\(99\)90064-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0495(99)90064-1)
- HASS, C. J.; FEIGENBAUM, M. S.; FRANKLIN, B. A. Prescription of resistance training for healthy populations. **Sports Medicine**, Auckland, v.31, n.14, p. 953-964, 2001. Disponível em: <http://sportsmedicine.adisonline.com/pt/re/spo/abstract.00007256-200131140-00001.htm;jsessionid=LGYT8Vn0NYQLzXLbBN1bpGynB42qngWGGGX6n1QmLc7Jv3n5lqgH!774718804!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- HOLTEN, M. K. et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT-4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. **Diabetes**, Philadelphia, v.53, n.2, p.293-305, 2004.
- HONKOLA, A., FORSÉN, T., ERIKSSON, J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. **Acta Diabetologica**, New York, v.34, n.4, p.245-248, 1997. <http://dx.doi.org/10.1007/s005920050082>
- ISHII, T. et al. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. **Diabetes Care**, Alexandria, v.21, n.8, p.1353-1355, 1998. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/21/8/1353?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=strength+training&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT> Acesso em: 31 jan. 2007.
- LEE, A. et al. The effect of endurance training, weight training and a combination of endurance and weight training upon the blood lipid profile of young male subjects. **Journal of Applied Sport Science Research**. v. 4, n. 3, p.68-75, 1990.
- LEON, A. S.; SANCHEZ, O. A. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. **Medicine Science Sports Exercise**, Hagerstown, v.33, n.6, Supl., p.S502-S515, 2001. Disponível em: [http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-200106001-00021.htm;jsessionid=LGpp9D4\\_mD9fGMGvrxPy7TT5YzPzMYqOZGfcBdyKfCKQ1VCpL2Ggf1-1990489359!181195628!8091!-1](http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-200106001-00021.htm;jsessionid=LGpp9D4_mD9fGMGvrxPy7TT5YzPzMYqOZGfcBdyKfCKQ1VCpL2Ggf1-1990489359!181195628!8091!-1) Acesso em: 31 jan. 2007.
- MAIORANA, A. et al. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. **Diabetes Research and Clinical Practice**, 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**, n.5, p.347-49, 2001.
- NIEMAN, D. C. et al. Reducing diet and/or exercise training decreases the lipid and lipoprotein risk factors of moderately obese women. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v.21, n.4, p.344-350, 2002. Disponível em: <http://www.jacn.org/cgi/reprint/21/4/344.pdf> Acesso em: 31 jan. 2007.
- PASSOS, A. P. et al. Diabetes mellitus tipo 2 e exercício físico aeróbico. **Diabetes Clínica**, São Paulo, v.5, p.375-380, 2002.
- PEIRCE, N. S. Diabetes and exercise. **British Journal Sports Medicine**, Parkville, v.33, p.161-173, 1999. Disponível em: <http://bjsm.bmjournals.com/cgi/content/abstract/33/3/161> Acesso em: 31 jan. 2007.
- PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. 124 f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995. Disponível em: <http://www.boletimef.org/?canal=12&file=253> Acesso em: 31 jan. 2007.
- SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, Supl.1, p.29-36, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2003000700004>
- SILVA, C. A.; LIMA, W. C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 à curto prazo. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.46, n.45, p.550-556, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v46n5/13401.pdf> Acesso em: 31 jan. 2007.

SMUTOK, M. A. et al. Aerobic versus strength training for risk factor intervention in middle-aged men at high risk for coronary heart disease. **Metabolism**, Philadelphia, v.42, n.2, p.177-184, 1993. [http://dx.doi.org/10.1016/0026-0495\(93\)90032-J](http://dx.doi.org/10.1016/0026-0495(93)90032-J)

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

STARON, R. S. et al. Influence of resistance training on serum lipid and lipoprotein concentrations in young men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v.4, n.1, p.37-44, 2000. Disponível em: [http://apt.allenpress.com/perlserv/?request=get-abstract&doi=10.1519%2F1533-4287\(2000\)014%5B0037%3A1ORTOS%5D2.0.CO%3B2](http://apt.allenpress.com/perlserv/?request=get-abstract&doi=10.1519%2F1533-4287(2000)014%5B0037%3A1ORTOS%5D2.0.CO%3B2) Acesso em: 31 jan. 2007.

STEFANICK, M. L. et al. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL-C cholesterol and high levels of LDL-C cholesterol. **The New England Journal of Medicine**, Waltham, n.339, p.12-20, 1998.

THOMPSON, P. D. et al. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. **Metabolism**, Philadelphia, v.46, n.2, p.217-223, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0495\(97\)90305-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0495(97)90305-X)

WILD, S. et al. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**, Alexandria, v.27, n.5, p.1047-1053, 2004. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/full/27/10/2568> Acesso em: 31 jan. 2007.

Endereço:

Monique da Silva Gevaerd  
Laboratório de Análises Multisetorial  
Universidade do Estado de Santa Catarina  
Rua Pascoal Simone, 358 Bairro Coqueiros  
Florianópolis SC Brasil.  
88080-350  
E-mail: [lucambri@yahoo.com.br](mailto:lucambri@yahoo.com.br)  
[monique@udesc.br](mailto:monique@udesc.br)

Recebido em: 31 de outubro de 2007.

Aceito em: 27 de março de 2008.