

BRUNO PEREIRA DE MOURA

**DIABETES TIPO 2: AVALIAÇÃO DO RISCO, PREVENÇÃO, CONTROLE E
INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de Magister Scientiae.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

BRUNO PEREIRA DE MOURA

**DIABETES TIPO 2: AVALIAÇÃO DO RISCO, PREVENÇÃO, CONTROLE E
INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Aprovada em 18 de março de 2011.

Prof. João Carlos B. Marins
Co-orientador

Profª. Sylvia do C. C. Franceschini
Co-orientador

Prof. Janice Sepúlveda Reis

Prof. Paulo Roberto S. Amorim
Orientador

A Deus, aos meus pais e avós, e todos os amigos que estiverem presente durante esta trajetória.

Aos meus professores Paulo Roberto S. Amorim e João Carlos Bouzas Marins.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”.

(Charles Darwin)

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, família e amigos.

Aos meus pais e avós, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A Universidade Federal de Viçosa, pela evolução acadêmica e pessoal.

Ao professor João Carlos Bouzas Marins, pela oportunidade de ingresso no mundo da ciência, além da amizade e confiança.

Ao professor e grande amigo José Alberto Pinto.

Ao professor Paulo Roberto S. Amorim, pela confiança, paciência, ensinamentos, amizade e carinho dedicados durante o período de convivência.

A família do professor Paulo Roberto S. Amorim, pelo carinho ao qual me acolheu.

Aos amigos e familiares de Viçosa.

Aos funcionários da Universidade Federal de Viçosa.

Ao amigos, membros do Laboratório de Performance Humana (LAPEH), do Grupo de Estudo em Dispendio Energético (GEDE) e do Grupo de Estudo em Performance Humana (GEPEH).

Aos amigos de graduação.

Aos voluntários dos estudos.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram nesta conquista.

BIOGRAFIA

Bruno Pereira de Moura, filho de Iolanda Maria Pereira de Moura e Nilton de Moura, nasceu em 11 de abril de 1983 em Astolfo Dutra, MG.

Em 2003, ingressou-se no curso de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, na qual em 10 de agosto de 2007 graduou-se Bacharel e Licenciado em Educação Física.

Em setembro de 2007 iniciou o Curso de Pos-Graduação Lato Sensu em Exercício físico aplicado à reabilitação cardíaca e a grupos especiais, obtendo o título em fevereiro de 2009.

Em março de 2009 ingressou-se no Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física na Universidade Federal de Viçosa, obtendo o título em Março de 2011...

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	xi
1 – INTRODUÇÃO GERAL	1
2 – ARTIGO 1 - Different approaches of physical training used in the management of type 2 diabetes: A brief systematic review of randomized clinical trials	10
2.1 – Abstract	10
2.2 – Introduction	11
2.3 – Methods	12
2.4 – Results	13
2.5 – Discussion	19
2.6 – Conclusions	22
3 – ARTIGO 2 - Validation of a screening tool for identifying Brazilians individuals with impaired glucose tolerance	26
3.1 – Abstract	26
3.2 – Introduction	27
3.3 – Methods	28
3.4 – Results	31
3.5 – Discussion	34
3.6 – Conclusions	37
4 – ARTIGO 3 - Frutosamina: Uma alternativa para avaliação glicêmica em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a programas de exercícios de curta duração	41
4.1 – Resumo	41
4.2 – Abstract	42
4.3 – Introdução	43
4.4 – Métodos	44

4.5 – Resultados	48
4.6 – Discussão	51
4.7 – Conclusões	56
5 – ARTIGO 4 - Efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis de atividades físicas habituais em diabéticos tipo 2	59
5.1 – Resumo	59
5.2 – Abstract	60
5.3 – Introdução	61
5.4 – Métodos	62
5.5 – Resultados	67
5.6 – Discussão	70
5.7 – Conclusões	74
6 – CONCLUSÕES GERAIS	78
7 – ANEXOS	80

RESUMO

MOURA, Bruno Pereira de, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, março de 2011. **Diabetes tipo 2: Avaliação do risco, prevenção, controle e influência do exercício físico regular.** Orientador: Paulo Roberto S. Amorim. Co-Orientadores: João Carlos B. Marins e Sylvia do Carmo C. Franceschini.

Esta dissertação foi proposta com o objetivo principal de investigar novos métodos de avaliação do risco, prevenção e controle do diabetes tipo 2. Para alcançar este objetivo, foi necessário conduzir quatro estudos sequenciais. O primeiro estudo objetivou-se a identificar as diferentes abordagens de treinamento físico utilizados na última década no controle do diabetes tipo 2. Para isso, realizou-se uma pesquisa no Pubmed e Science Direct por todos os estudos controlados e randomizados (RCT) de 1999 a 30 de maio de 2010. Selecionamos 17 estudos para fazer parte desta revisão. Cinco estudos com exercício aeróbicos, cinco com exercício de resistência (força) e sete com treinamentos combinados (aeróbico + resistência). Como resultado, verificou-se que o número de estudos utilizando o treinamento de resistência aumentou nesta última década, e atualmente é tão usado quanto os populares exercícios aeróbicos. Por sua vez, a maioria dos estudos analisados usaram intervenções combinando exercícios aeróbicos e de resistência. Portanto, o programa de exercício para pacientes com diabetes deve ser visto como uma forma de tratamento. No entanto, não foram estabelecidas diretrizes para a duração do programa, pois este deve-se tornar parte das tarefas diárias habituais, e assumida como um novo estilo de vida para um controle glicêmico a longo prazo. O segundo estudo teve como objetivo validar uma ferramenta auto-aplicável para identificar indivíduos brasileiros com intolerância a glicose (IGT). O *Finnish Diabetes Risk Score* (FINDRISC) foi aplicado em 829 pessoas com idades ≥ 40 anos sem diagnóstico prévio de diabetes, entre novembro de 2009 e abril de 2010 na cidade de Viçosa, MG. Selecionamos randomicamente 300 sujeitos do levantamento inicial, os

quais foram convidados para comparecerem ao Laboratório de Performance Humana na Universidade Federal de Viçosa para a coleta de uma amostra de sangue para identificar os níveis de hemoglobina glicada (A1C). Dos 300 sujeitos convidados, 162 compareceram para compor a amostra final do estudo de validação. O *score* de risco foi avaliado pela área abaixo da curva ROC (AUC). Como resultado, verificou-se que a prevalência de IGT e diabetes de acordo com os níveis de A1C foram 21,6% e 8,6% respectivamente. Os valores do *score* de risco variaram de 1 a 25. A AUC considerando os valores de $A1C \geq 6,0\%$ foi 0,69 (95% CI 0,61 – 0,76). O *score* de risco 9 teve sensibilidade de 75,51%, especificidade de 49,56%, valor preditivo positivo (VPP) de 39,4% e valor preditivo negativo (VPN) de 82,4%. Portanto, o FINDRISC demonstrou ser uma ferramenta adequada para identificar indivíduos brasileiros com IGT, os quais possuem elevado risco para desenvolver o diabetes tipo 2. O terceiro estudo foi proposto para avaliar a eficácia da frutossamina na avaliação do perfil glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de oito semanas de duração. Oito voluntários ($51,1 \pm 8,2$ anos) foram submetidos a um programa de exercício físico supervisionado durante oito semanas (três vezes por semana a 50 a 60 % do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ por 30 a 60 minutos). Avaliou-se a composição corporal, $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, A1C, GPJ, frutossamina e glicemia capilar (GC). Diferenças estatísticas foram encontradas nas concentrações da frutossamina, no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e na GC. No entanto, a A1C e GPJ não apresentaram diferença estatística. A frutossamina apresentou uma diminuição de 15% ($57 \mu\text{mol/L}$) entre o início e o final do estudo, o $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ aumentou 14,8% ($3,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) e a GC diminuiu em média 34,4% ($69,3 \text{ mg/dL}$). Portanto, a frutossamina é eficaz na avaliação das alterações glicêmicas em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração, alternativamente às tradicionais medidas de A1C e GPJ. O quarto estudo teve

como objetivo investigar os efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis habituais de atividade física em pacientes com diabetes tipo 2. Este estudo teve duração de doze semanas e foi realizado com oito voluntários ($51,1 \pm 8,2$ anos), os quais foram submetidos a um programa de exercício físico supervisionado durante oito semanas (3x/semana a 50 a 60 % do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ por 30 a 60 minutos). Medidas da atividade física habitual com acelerômetros triaxial foram realizadas nas semanas 1, 5 e 10 do estudo. Avaliou-se também a composição corporal, $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, hemoglobina glicada (A1C), glicemia plasmática em jejum (GPJ) e frutossamina nas semanas 1 e 10 do estudo. A análise estatística foi realizada por testes não paramétricos (Friedman e Wilcoxon) com $p < 0,05$. A quantidade e a intensidade da atividade física habitual não apresentaram diferenças estatísticas entre os períodos analisados. Contudo, o programa de exercício gerou um aumento significativo de 14,8% ($3,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e diminuição de 15% ($57 \mu\text{mol/L}$) nos níveis de frutossamina. Portanto, o programa de exercício não provocou efeitos compensatórios sobre a atividade física habitual total dos avaliados, assim como sobre os níveis de intensidade das atividades físicas entre os períodos do estudo analisados, com benefícios na aptidão cardiorrespiratória e no perfil glicêmico dos pacientes.

ABSTRACT

MOURA, Bruno Pereira de, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, March 2011. **Type 2 diabetes: risk assessment, prevention, control and influence of regular exercise.** Advisor: Paulo Roberto S. Amorim. Co-Advisors: João Carlos B. Marins and Sylvia do Carmo C. Franceschini.

This work was proposed with the main objective to investigate new methods to risk assessment, prevention and control of type 2 diabetes. To achieve this goal, it was necessary to conduct four sequential studies. The first study aimed to identify the different approaches used for physical training in the past decade in controlling type 2 diabetes. For this, we carried out a search on Pubmed and Science Direct for all randomized controlled trials (RCT) from 1999 to May 30, 2010. Selected 17 studies to be part of this review. Five studies with aerobic exercise, five ones with resistance exercise and seven ones with combined training (aerobic + resistance). As a result, it was found that the number of studies using resistance training is growing in the last decade and is now used as popular as aerobic exercise. In turn, most of the analyzed studies used interventions combining aerobic exercise and resistance. Therefore, the exercise program for patients with diabetes should be seen as a form of treatment. However, no guidelines were established for the duration of the program because it must become part of normal daily tasks, and accepted as a new lifestyle for a long-term glycemic control. The second study aimed to validate a self-administered tool for identifying Brazilians with impaired glucose tolerance (IGT). The Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) was applied in 829 people aged ≥ 40 years without previous diagnosis of diabetes, between November 2009 and April 2010 in Viçosa, MG. Randomly selected 300 subjects from the initial survey, which were invited to attend the Human Performance Laboratory at the Federal University of Viçosa for collecting a blood sample to identify the levels of glycated hemoglobin (A1C). Of the 300 subjects

invited, 162 attended to compose the final sample validation. The risk score was assessed by area under the ROC curve (AUC). As a result, it was found that the prevalence of IGT and diabetes according to A1C levels were 21.6% and 8.6% respectively. The values of risk score varied from 1 to 25. The AUC values considering $A1C \geq 6.0\%$ was 0.69 (95% CI 0.61 to 0.76). Risk score = 9 had a sensitivity of 75.51%, specificity of 49.56%, positive predictive value (PPV) of 39.4% and negative predictive value (NPV) of 82.4%. Therefore, the FINDRISC proved to be a suitable tool for identifying Brazilians with IGT, who are at high risk for developing type 2 diabetes. The third study was proposed to evaluate the effectiveness of fructosamine in the assessment of glycemic control in patients with type 2 diabetes undergoing an eight-week physical exercise program. Eight volunteers (51.1 ± 8.2 years) underwent a supervised exercise program for eight weeks (three times/week, 50-60% of $\dot{V}O_{2max}$ for 30-60 minutes). Was assessed the body composition, $\dot{V}O_{2max}$, A1C, FPG, fructosamine and blood glucose (GC). Statistical differences were found in concentrations of fructosamine in $\dot{V}O_{2max}$ and the CG. However, A1C and FPG showed no statistical difference. The fructosamine declined by 15% ($57 \mu\text{mol/L}$) between the beginning and end of study, the $\dot{V}O_{2max}$ increased by 14.8% ($3.8 \text{ mL.kg.min}^{-1}$) and CG decreased on average 34.4% (69.3 mg/dL). Therefore, fructosamine is effective in the evaluation of glucose in patients with type 2 diabetes who underwent a short exercise program, alternatively the traditional measures of A1C and FPG. The fourth study aimed to investigate the compensatory effects of aerobic exercise on habitual physical activity levels in patients with type 2 diabetes. The study lasted twelve weeks and was conducted with eight volunteers (51.1 ± 8.2 years) who underwent a supervised exercise program for eight weeks (3 times/week, 50-60% of $\dot{V}O_{2max}$ for 30-60 min.). Measures of physical activity with tri-axial accelerometers were performed at weeks 1, 5 and 10

of the study. Was also assessed the body composition, $\dot{V}O_{2\max}$, A1C, FPG and fructosamine at weeks 1 and 10 of the study. Statistical analysis was performed by nonparametric tests (Friedman and Wilcoxon) with $p < 0.05$. The amount and intensity physical activity did not differ between periods. However, the exercise program generated a significant increase of 14.8% ($3.8 \text{ mL.kg.min}^{-1}$) in $\dot{V}O_{2\max}$ and decrease of 15% ($57 \text{ }\mu\text{mol/L}$) in fructosamine level. Therefore, exercise program used did not cause compensatory effects on total physical activity measured, as well as on the intensity levels of physical activity between the study periods analyzed, although improved cardiorespiratory fitness and glycemic control of patients.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O diabetes *mellitus* (DM) é uma ameaça global que está sendo considerada uma das grandes epidemias mundiais do século XXI, apresentando-se como problema de saúde pública tanto para países desenvolvidos como para os em desenvolvimento. Seu tipo mais comum, o diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), constitui 90%-95% dos casos e se caracteriza por falhas na ação e na secreção da insulina. Esta doença é mais comum em pessoas com mais de 45 anos e que tenham sobrepeso, entretanto, como consequência do aumento da obesidade entre os jovens, o DM2 está se tornando cada vez mais frequente entre as crianças e os adultos jovens¹.

Aumentos na prevalência de DM2 são atribuídos ao crescimento e envelhecimento populacional, à maior urbanização das cidades, à crescente prevalência de obesidade e sedentarismo, bem como à maior sobrevida do paciente com DM devido a novos métodos de controle do DM². Em termos mundiais, cerca de 240 milhões de indivíduos apresentavam DM em 2005, com projeção de atingir 366 milhões em 2030 e destes, dois terços habitarão países em desenvolvimento^{3,4}.

No Brasil, estimou-se que no final da década de 80, em média, 7,6% dos brasileiros entre 30 e 69 anos de idade apresentavam DM⁵. Em estudo realizado por Torquato e cols⁶, a prevalência do DM em Ribeirão Preto, na faixa etária dos 30 aos 69 anos, foi de 12,1%, e Gimeno e cols⁷ demonstraram um aumento vertiginoso na prevalência do DM em uma população nipo-brasileira, cuja taxa passou de 18,3% em 1993 para 34,9% em 2000. Estes dados evidenciam o impacto das alterações no estilo de vida, em particular em relação ao padrão alimentar, o qual se interage com uma provável suscetibilidade genética. Em 2007 o Brasil era o oitavo país com maior números de pessoas diabéticas na faixa etária de 20 a 79 anos, com aproximadamente

6,9 milhões de pessoas e para 2025 a estimativa é que o Brasil seja o quarto país com aproximadamente 17,6 milhões de pessoas diabéticas⁸.

Os custos diretos com DM variam entre 2,5% e 15% do orçamento anual da saúde, dependendo de sua prevalência e do grau de sofisticação do tratamento disponível. Estimativas do custo direto para o Brasil estão em torno de 3,9 bilhões de dólares americanos, em comparação com 0,8 bilhão para a Argentina e 2 bilhões para o México⁴.

Quantificar a prevalência de DM2 no presente e no futuro é um importante passo para permitir uma forma racional de planejamento e alocação de recursos, visando principalmente à prevenção dessa doença, assim como seus fatores de risco associados.

A prevenção do DM2 pode ser categorizada em “Prevenção Primária”, a qual se dá pela identificação e atendimento adequado aos indivíduos em risco de desenvolver o DM2, e também em “Prevenção Secundária”, que envolve a detecção precoce e a prevenção de complicações tardias decorrentes da doença, reduzindo assim a necessidade de tratamento⁹.

A prevenção primária é extremamente importante, pois através dela pode-se reduzir gastos futuros com tratamento de DM2, assim como suas complicações. Para tal, muitos estudos foram realizados para tentar identificar precocemente os indivíduos propensos à doença¹⁰⁻¹³. Entretanto tais estudos se utilizaram de testes laboratoriais e ou medidas antropométricas, tornando-os inviáveis para estudos populacionais, devido à grande alocação de recursos e mão de obra.

No entanto, uma ferramenta simples, rápida, econômica e confiável para identificar indivíduos com alto risco de desenvolver DM2 foi proposta por Lindstrom e Tuomilehto¹⁴. Estes autores desenvolveram um questionário, o *Finnish Diabetes Risk*

Score (FINDRISC), composto através da análise de uma amostra populacional randomizada de ambos os gêneros com idade entre 35 a 64 anos, na qual se verificou o risco para o desenvolvimento do DM2 através de oito questões, com respostas categorizadas sobre idade, índice de massa corporal (IMC), circunferência de cintura (CC), história de tratamento com anti-hipertensivos, hiperglicemia, atividade física e o consumo de frutas e hortaliças. Os resultados da validação deste instrumento na população finlandesa foram significantes, apresentando uma sensibilidade de 0,81, especificidade de 0,76. Contudo, não se encontram evidências do seu uso na população brasileira.

Estudos comprovam que a prevenção do DM2 ocorre através da mudança do estilo de vida¹⁵. Entre tais mudanças, incluem-se dieta balanceada¹⁶, controle ponderal¹⁶ e aumento dos níveis de atividade física¹⁷.

O simples fato de se adotar um estilo de vida mais ativo é capaz de promover benefícios aos pacientes diabéticos, pois lhe proporcionam um melhor controle glicêmico¹⁸⁻²⁰. Boulé e cols²¹ concluíram que o exercício por si só, promove uma melhora no perfil glicêmico em paciente com DM2 independentemente da perda de peso. Diabéticos precisam ser mais ativos fisicamente, pois dessa forma aumentam o gasto energético total, o que irá favorecer uma possível perda de peso, além de redução dos riscos de doenças cardiovasculares^{22, 23}.

Entretanto, existem controvérsias sobre os reais benefícios do exercício físico programado para o aumento do gasto energético total^{24, 25}, pois pessoas que ingressam em um programa de exercícios físicos podem apresentar uma diminuição dos níveis de atividades físicas habituais, proporcionado via estímulos compensatórios, os quais promovem uma queda no gasto energético total^{24, 25}.

Portanto, estudos²⁴⁻²⁷ tem sido realizado afim de investigar os padrões de atividades físicas habituais como forma de elevar o gasto energético total, o qual é composto por três componentes principais: taxa metabólica basal, efeito térmico do alimento e termogênese da atividade física. Destes três componentes, a termogênese da atividade física é a mais variável, pois inclui a termogênese da atividade relacionada aos exercícios físicos e a termogênese relacionada às atividades físicas habituais (atividades de não-exercício) como, por exemplo; caminhar para o trabalho, subir escadas, lavar o carro, cuidar do jardim, etc²⁸.

Medidas objetivas das atividades físicas habituais vêm sendo amplamente realizadas com a utilização de sensores de movimentos como pedômetros e acelerômetros. Estes últimos dispositivos medem o movimento corporal em termo de aceleração, os quais são adequados para estimar as intensidades das atividades físicas²⁹⁻³¹. Contudo, até onde pudemos verificar, não foram encontrados na literatura estudos investigando os efeitos compensatórios dos exercícios em pacientes com diabetes tipo 2.

1.1. Objetivos

1.1.1. Geral

Esta dissertação foi proposta com o objetivo principal de investigar novos métodos de avaliação do risco, prevenção e controle do diabetes tipo 2. Para alcançar este objetivo, foi necessário conduzir quatro estudos seqüenciais. Os objetivos específicos inerentes a cada estudo são listados abaixo:

1.1.2. Específicos

Artigo 1:

- a) Identificar as diferentes abordagens de treinamento físico utilizadas na última década para o controle do DM2.

Artigo 2:

- a) Validar uma ferramenta auto-aplicável para identificar indivíduos com intolerância a glicose.

Artigo 3:

- a) Avaliar a utilidade da frutossamina na avaliação do perfil glicêmico em pacientes com DM2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração.

Artigo 4:

- a) Investigar os efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis de atividades físicas habituais em diabéticos tipo 2.

1.2. Apresentação

A presente dissertação foi organizada em quatro artigos, sendo o primeiro de revisão e três artigos originais, cujo principal foco foram os novos métodos de avaliação do risco, prevenção e controle do diabetes tipo 2.

No Artigo 1, foram revisadas as diferentes abordagens de treinamento físico utilizadas na última década para o controle do diabetes tipo 2. O exercício físico é um componente essencial na prevenção e controle do diabetes tipo 2, pois proporcionam uma maior absorção de glicose para interior do músculo ativo, favorecendo o controle

glicêmico, além de diminuir o risco cardiovascular³²⁻³⁴. Portanto, este estudo possibilitará aos profissionais que trabalham com exercício físico, uma fonte de consulta para prescrever exercícios a pacientes com diabetes tipo 2.

No segundo artigo, foi proposto a validação de uma ferramenta auto-aplicável de identificação precoce de indivíduos com intolerância a glicose, os quais possuem grandes probabilidades de desenvolverem o diabetes tipo 2. Esta ferramenta é utilizada por várias instituições internacionais em programas de estratificação de risco^{35, 36} e pode ser extremamente útil também no Brasil, o qual possui um território de dimensões continentais e um sistema de saúde deficitário.

A principal proposta do terceiro artigo foi verificar a utilidade da frutossamina na avaliação do perfil glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração. A frutossamina é um teste particularmente útil quando se avalia períodos de rápida modificação no controle glicêmico³⁷, tais como as decorrentes de programas de exercícios físicos³⁸⁻⁴⁰.

No quarto e último artigo, foi investigado os efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis de atividades físicas habituais em diabéticos tipo 2. Algumas evidências têm questionado os reais benefícios do exercício físico programado para o aumento do gasto energético total^{24, 25}, pois pessoas que ingressam em um programa de exercícios físicos podem apresentar uma diminuição dos níveis de atividades físicas, proporcionado via estímulos compensatórios, os quais promovem uma queda no gasto energético total^{24, 25}. Sendo assim, os níveis de atividades físicas habituais de pacientes com diabetes tipo 2 foi avaliado através de acelerômetros em diversos períodos do estudo.

Finalmente, na conclusão geral são destacados os desfechos dos estudos, assim como sugestões de futuras pesquisas que proporcionem melhor entendimento sobre os métodos de avaliação do risco, prevenção e controle do diabetes tipo 2.

REFERÊNCIAS

1. IDF. Internacional Diabetes Federation. Diabetes Prevalence. 2009.
2. Chittleborough CR, Grant JF, Phillips PJ and Taylor AW. The increasing prevalence of diabetes in South Australia: the relationship with population ageing and obesity. *Public Health*. 2007; 121: 92-9.
3. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R and King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004; 27: 1047-53.
4. Barcelo A, Aedo C, Rajpathak S and Robles S. The cost of diabetes in Latin America and the Caribbean. *Bull World Health Organ*. 2003; 81: 19-27.
5. Malerbi DA and Franco LJ. Multicenter study of the prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged 30-69 yr. The Brazilian Cooperative Group on the Study of Diabetes Prevalence. *Diabetes Care*. 1992; 15: 1509-16.
6. Torquato MT, Montenegro Junior RM, Viana LA, et al. Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban population aged 30-69 years in Ribeirao Preto (Sao Paulo), Brazil. *Sao Paulo Med J*. 2003; 121: 224-30.
7. Gimeno SG, Ferreira SR, Cardoso MA, Franco LJ and Iunes M. Weight gain in adulthood and risk of developing glucose tolerance disturbance: a study of a Japanese-Brazilian population. Japanese-Brazilian Diabetes Study Group. *J Epidemiol*. 2000; 10: 103-10.
8. IDF. Internacional Diabetes Federation. United Nations Resolution 61/225: World Diabetes Day: (2009).
9. IDF. International Diabetes Federation. Prevention. 2011.
10. Norris SL, Kansagara D, Bougatsos C and Fu R. Screening adults for type 2 diabetes: a review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*. 2008; 148: 855-68.
11. Glumer C, Vistisen D, Borch-Johnsen K and Colagiuri S. Risk scores for type 2 diabetes can be applied in some populations but not all. *Diabetes Care*. 2006; 29: 410-4.
12. MacKay MF, Haffner SM, Wagenknecht LE, D'Agostino RB, Jr. and Hanley AJ. Prediction of type 2 diabetes using alternate anthropometric measures in a multi-ethnic cohort: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes Care*. 2009; 32: 956-8.
13. Odegaard AO, Koh WP, Vazquez G, et al. BMI and diabetes risk in Singaporean Chinese. *Diabetes Care*. 2009; 32: 1104-6.
14. Lindstrom J and Tuomilehto J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. *Diabetes Care*. 2003; 26: 725-31.

15. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med.* 2002; 346: 393-403.
16. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med.* 2001; 344: 1343-50.
17. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH and Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2004; 27: 2518-39.
18. van Dam RM. The epidemiology of lifestyle and risk for type 2 diabetes. *Eur J Epidemiol.* 2003; 18: 1115-25.
19. Kriska A. Can a physically active lifestyle prevent type 2 diabetes? *Exerc Sport Sci Rev.* 2003; 31: 132-7.
20. Williamson DF, Vinicor F and Bowman BA. Primary prevention of type 2 diabetes mellitus by lifestyle intervention: implications for health policy. *Ann Intern Med.* 2004; 140: 951-7.
21. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA and Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA.* 2001; 286: 1218-27.
22. Hu G, Qiao Q, Silventoinen K, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk for Type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia.* 2003; 46: 322-9.
23. Hamilton MT, Hamilton DG and Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes.* 2007; 56: 2655-67.
24. King NA, Caudwell P, Hopkins M, et al. Metabolic and behavioral compensatory responses to exercise interventions: barriers to weight loss. *Obesity (Silver Spring).* 2007; 15: 1373-83.
25. King NA, Hopkins M, Caudwell P, Stubbs RJ and Blundell JE. Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss. *Int J Obes (Lond).* 2008; 32: 177-84.
26. Meijer EP, Westerterp KR and Verstappen FT. Effect of exercise training on total daily physical activity in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999; 80: 16-21.
27. Blaak EE, Westerterp KR, Bar-Or O, Wouters LJ and Saris WH. Total energy expenditure and spontaneous activity in relation to training in obese boys. *Am J Clin Nutr.* 1992; 55: 777-82.
28. Levine JA. Non-exercise activity thermogenesis (NEAT). *Nutr Rev.* 2004; 62: S82-97.
29. Hagstromer M, Oja P and Sjostrom M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39: 1502-8.
30. Chen KY and Bassett DR, Jr. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: S490-500.
31. Corder K, Brage S and Ekelund U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2007; 10: 597-603.

32. Standards of medical care in diabetes--2011. *Diabetes Care*. 2011; 34 Suppl 1: S11-61.
33. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 2010; 33: e147-67.
34. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009; 119: 3244-62.
35. Schwarz PE, Gruhl U, Bornstein SR, Landgraf R, Hall M and Tuomilehto J. The European perspective on diabetes prevention: development and Implementation of A European Guideline and training standards for diabetes prevention (IMAGE). *Diab Vasc Dis Res*. 2007; 4: 353-7.
36. Schwarz PE, Lindstrom J, Kissimova-Scarbeck K, et al. The European perspective of type 2 diabetes prevention: diabetes in Europe--prevention using lifestyle, physical activity and nutritional intervention (DE-PLAN) project. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2008; 116: 167-72.
37. Misciagna G, De Michele G and Trevisan M. Non enzymatic glycated proteins in the blood and cardiovascular disease. *Curr Pharm Des*. 2007; 13: 3688-95.
38. Klonoff DC. Serum fructosamine as a screening test for type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2000; 2: 537-9.
39. Rychlewski T and Szczesniak L. [Fructosamine in blood serum, binding and degradation of 125I-insulin by erythrocyte receptors in young persons with type I diabetes--effect of physical exercise]. *Pol Arch Med Wewn*. 1996; 95: 212-7.
40. Raz I, Hauser E and Bursztyn M. Moderate exercise improves glucose metabolism in uncontrolled elderly patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Isr J Med Sci*. 1994; 30: 766-70.

2. ARTIGO 1 - Different approaches of physical training used in the management of type 2 diabetes: A brief systematic review of randomized clinical trials.

ABSTRACT

Introduction: Type 2 diabetes is currently a serious global public health problem, which is directly involved with the rapid social and cultural changes, increased urbanization of cities, changes in diet, reduced physical activity levels, aging population and adoption to other behaviors and unhealthy lifestyles. **Objective:** To identify the different approaches used for physical training in the past decade in controlling type 2 diabetes. **Methods:** Was carried out research on Pubmed and Science Direct for all randomized controlled trials (RCT) from 1999 to May 30, 2010. Selected 17 studies to be part of this review. Five studies with aerobic exercise, five ones with resistance exercise and seven ones with combined training (aerobic + resistance). **Results:** The number of studies using resistance training is growing in the last decade and is now used as popular as aerobic exercise. In turn, most of the analyzed studies used interventions combining aerobic exercise and resistance. **Conclusions:** The exercise program for patients with diabetes should be seen as a form of treatment. However, no guidelines were established for the duration of the program because it must become part of normal daily tasks, and accepted as a new lifestyle for a long-term glycemic control.

Keywords: Aerobic exercise, Endurance, Resistance training, Type 2 diabetes, Management.

INTRODUCTION

Diabetes mellitus is now considered one of the diseases showing the greatest increase in the world, becoming an epidemic. Over the years, the number of people with diabetes will increase even more. It is estimated that approximately 285 million people worldwide, or 6.6%, in the age group 20-79, will have diabetes in 2010, 70% of whom live in low- and middle-income countries. This number is expected to increase by more than 50% in the next 20 years if preventive programmes are not put in place. By 2030, about 438 million people, or 7.8% of the adult population, are projected to have diabetes. The largest increases will take place in the regions dominated by developing economies¹.

Type 2 diabetes constitutes about 85 to 95% of all diabetes in high-income countries and may count with an even higher percentage in low- and middle-income countries. Type 2 diabetes is now a common and serious global health problem, which, for most countries, has evolved in association with rapid cultural and social changes, ageing populations, increasing urbanization, dietary changes, reduced physical activity and other unhealthy lifestyle and behavioral patterns¹.

Some studies have demonstrated the effects of physical exercise benefits for the management of type 2 diabetes²⁻⁴, and in addition to diet modification and medication, have been recommended as one of three main components to diabetic therapy², as they showed similar effects on glucose control⁵. With the evidence that exercise provides improvements in the management of patients with type 2 diabetes, several organizations have published recommendations for physical activity related to the management of this disease⁶⁻¹⁰.

Recently, the American Heart Association (AHA)¹¹ published a scientific statement on the impact of physical training on cardiovascular risk in people with type 2 diabetes. This document lists the benefits of physical exercise on reducing the risk of complications resulting from type 2 diabetes, as well as guidelines for the prescription of exercise for this population. However these recommendations are based on data available from previous investigations, and unfortunately, only a few large-scale, randomized, controlled trials are available, despite the effects of exercise on glycemic control are well known¹².

Hence, this revision has as objective to facilitate the work of professionals in exercise prescription, giving a tool for rapid choice of which type of exercise can be used in the management of type 2 diabetes through the identification of different approaches to physical training used in the last decade.

METHODS

Search Strategies

We searched Pubmed and Science Direct for all randomized controlled trials from 1999 to May 30, 2010. The search was carried out using medical search headings (MeSH): “Physical activity”, “Exercise”, “Aerobic exercise”, “Endurance”, “Resistance training”, “Exercise training”, “Physical exercise”, “Type 2 diabetes”, “Type II diabetes” and “Management”. To search on Pubmed, we used the following search limits: Title/abstract; Published between 1999 and 2010; Full text; Free Full text; Abstract; Humans; Male and Female; Written in English; 19 years or more and Randomized controlled trials. In science direct, we used the advanced search form crossing the keywords listed above and pre-selecting all randomized controlled trials.

Inclusion and exclusion criteria

Studies pre-selected were submitted to the following exclusion criteria: 1) Drugs as a form of intervention; 2) No detailed description of the physical activity program (e.g. intensity, duration and frequency); and 3) Subjects that were not diagnosed with diabetes. All subjects in this investigation were adults (male and female with age ≥ 19 years) diagnosed with type 2 diabetes.

Studies with exercise programs or physical training were included in this review. “Exercise program” was taken to mean any intervention that actively promotes and supports physical activity or a structured exercise training regimen. Studies that only provided individuals with brief written or verbal physical activity advice were excluded. Studies investigating the effect of a single or acute episode of exercise were also excluded. All studies included in this review were randomized clinical trials.

Analysis

The selected studies were grouped into three distinct groups according to a training program used for intervention: Aerobic training (Table 1), Resistance training (Table 2) and combined training (Aerobic training + Resistance training) (Table 3). These studies drew all information related to the physical exercise programs used.

RESULTS

During the initial research in databases, we pre-selected 348 studies (137 from Pubmed, 211 from Science Direct). All studies pre-selected were submitted to the exclusion criteria, in which 17 randomized controlled trials were selected to be part of this review (Fig.1)¹³⁻²⁹.

We grouped studies by the characteristics of physical training on aerobic training (5 studies – Table 1), resistance training (5 studies – Table 2) and combined training (7 studies – Table 3). Overall, we studied 1,048 subjects with type 2 diabetes aged 33-83 years.

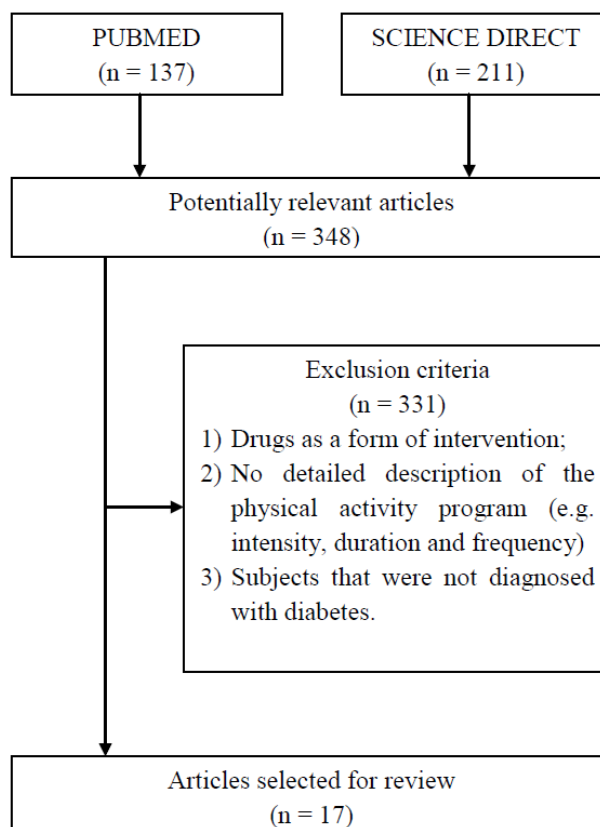


Fig. 1 – Flow chart of the articles selection process.

Table 1 – Randomized clinical trials of aerobic training used in the management of type 2 diabetes.

Study	Subjects	Age, y	Exercise Type	Exercise Prescription			Effects	
				Frequency	Intensity	Duration		
Madden et al. ²⁸	36	65 – 83	Walking and ergometer cycle	3	60 – 75 % HR reserve	60 min	12 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Short-term aerobic exercise reduced multifactorial stiffness.
Wycherley et al. ¹³	29	33 – 62	Walking or Jogging	4 – 5	60 – 80 % HR _{max}	25 – 60 min	12 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved glycaemic control. • Reduced oxidative stress. • Reduced cardiovascular risk factors.
Giannopoulou et al. ¹⁴	33	50 – 70	Walking	3 – 4	65 – 70 % $\dot{V}O_{2peak}$	60 min	14 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Few changes in adipocytokines and inflammatory cytokines.
Dela et al. ¹⁵	24	51.5*	Ergometer cycle	5	75% $\dot{V}O_{2max}$	30 – 40 min	12 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Enhanced β-cell function if the remaining secretory capacity is moderate but not if it is low. • The improved β-cell function does not require changes in insulin sensitivity and HbA1c concentration.
Ishii et al. ¹⁶	50	57*	Walking and ergometer cycle	at least 5	50% $\dot{V}O_{2max}$	60 min	6 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Reduced serum leptin levels.

* Mean age between groups; y = years; wk = weeks; HR_{max} = Heart rate maximum; $\dot{V}O_{2max}$ = Maximal oxygen intake.

Table 2 – Randomized clinical trials of resistance training used in the management of type 2 diabetes.

Study	Subjects	Age, y	Exercise Type	Exercise Prescription						Effects	
				Frequency	Sets	Repetitions	Number of exercises	Intensity	Duration		Period
Cheung et al. ¹⁷	37	60.5*	Resistance training using exercise bands	5	2	12	7	12 RM	30 min	16 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Short-term use of exercise bands does not improve glycaemic control.
Brooks et al. ¹⁸	62	≥ 55	Strength training	3	3	8	5	60-80 % of 1 RM	35 min	16 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved muscle quality and whole-body insulin sensitivity. • Decreased inflammation and increased adiponectin levels. • Improved metabolic control.
Baldi et al. ¹⁹	18	47.9	Resistance training involving major muscle groups.	3	2	12	10	12 RM	-	10 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved glycaemic control and reduced fasting insulin levels.
Castaneda et al. ²⁰	62	66 ± 8†	Resistance training using pneumatic resistance training machines	3	3	8	5	60-80 % of 1 RM	35 min	16 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved glycaemic control.
Dunstan et al. ²¹	36	60 – 80	Resistance training	3	3	8-10	9	50-85 % of 1 RM	~ 45 min	24 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved glycaemic control and muscular strength.

* Mean age between groups; † mean ± SD; y = years; wk = weeks; RM = repetition maximum

Table 3 – Randomized controlled trials of aerobic and resistance training used in the management of type 2 diabetes.

Study	Subjects	Age, y	Exercise Type	Exercise Prescription					Effects		
				Frequency	Sets	Repetitions	Number of exercises	Intensity		Duration	Period
Reid et al. ²⁹	218	39 – 70	Treadmills or ergometer cycle.	3	-	-	-	60-75% HR _{max}	15 – 45 min	22wk	<ul style="list-style-type: none"> • Don't improved mental health status and well-being.
			Resistance training.		2 – 3	8	8	8 RM			
Loimaala et al. ²²	50	52.3 ± 5.6†	Jogging or walking.	2	-	-	-	65-75% $\dot{V}O_{2max}$	Minimum 30 min	96 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved metabolic control and reduce cardiovascular risk.
			Resistance training with machines and free weights for large muscle groups.	2	3 – 4	10 – 12	8	60-80% of MVC			
			Jogging or walking.	2	-	-	-	65-75% $\dot{V}O_{2max}$	Minimum 30 min	48 wk	
Resistance training with machines and free weights for large muscle groups.	2	3	10 – 12	8	70-80% of MVC						
Sigal et al. ²⁴	251	39 – 70	Treadmills or ergometer cycle.	3	-	-	-	70-75% HR _{max}	25 – 45 min	24 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved glycemic control.
Resistance training.				3	8 – 12	7	8-12 RM				

Continued next page

Table 3 – Continued.

Study	Subjects	Age, y	Exercise Type	Exercise Prescription					Effects		
				Frequency	Sets	Repetitions	Number of exercises	Intensity		Duration	Period
Loimaala et al. ²⁵	50	53.3 ± 5.1†	Jogging or walking.	2	-	-	-	65-75% $\dot{V}O_{2max}$	Minimum 30 min	48 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved reduced baroreflex sensitivity. • Increasing the exercise capacity and muscle strength. • Improved glucose control.
			Resistance training with machines and free weights for large muscle groups.	2	3	10 – 12	8	70-80% of MVC			
Cuff et al. ²⁶	28	60.9*	Treadmills, ergometers cycle, recumbent steppers, elliptical trainers or rowing machines.	3	-	-	-	60-75% HR reserve	75 min	16 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved insulin sensitivity. • Increased muscle density.
			Resistance training.		2	12	5	12 RM			
Maiorana et al. ²⁷	16	52 ± 2†	Treadmills or ergometer cycle.	3	-	-	-	70-85% HR _{peak}	60 min	8 wk	<ul style="list-style-type: none"> • Improved functional capacity. • Increased lean body mass, strength and glycemic control.
			Resistance training.		1	15	7	55-65% of MVC			

* Mean age between groups; † mean ± SD; y = years; wk = weeks; RM = repetition maximum; MVC = maximal voluntary contractions; HRmax = Heart rate maximum; $\dot{V}O_{2max}$ = Maximal oxygen intake.

DISCUSSION

According to recent reviews which investigated the effects of exercise on the management of type 2 diabetes, both aerobic and resistance exercises promote health improvements in patients with type 2 diabetes^{2, 3, 12}. However, these recommendations are based on data available from previous investigations, and unfortunately, only a few large-scale, randomized, controlled trials are available¹¹. Thus, this review intention is to provide data from randomized and controlled trial in the last 10 years, using different approaches for physical training.

Aerobic training and management type 2 diabetes:

We identified five studies^{13-16, 28} that used only aerobic exercise as intervention (Table 1). Most of these studies used walking or jogging and ergometer cycle as main aerobic exercise. The frequency of sessions ranged from three to five times a week, with the majority of the studies using five sessions per week. Nevertheless, it is very important to consider exercise as part of the treatment for diabetics patients, justifying the needs of daily practice, since there are no restrictions and have to be done with guidance from a health professional. Regarding intensity, studies used a training zone ranging from 60-80% of HRmax or 50-75% of $\dot{V}O_{2max}$. These intensities, according to the ACSM³⁰ are classified as "moderate" to "hard".

The duration of the training sessions ranged from studies of 25 to 60 minutes. The duration of 25 min was used in some studies in early intervention as an adaptation to training. With the advance of training the subjects were encouraged to achieve 60 minutes of training per session. Most studies aimed at a 60 min training session. Regarding the duration of the training program, studies varied even more among

themselves. The duration of training programs varied from six to 14 weeks, but most of the studies lasted longer than 12 weeks (Table 1). In this review, only one study lasted only six weeks using aerobic exercise, but despite these short time of intervention, a positive effect on glycemic control was obtained¹⁶.

Every trial that used only aerobic exercises included in this review reported beneficial effects of exercise on the control of type 2 diabetes. These effects ranged from slight changes in the concentrations of adiponectin and inflammatory cytokines, reductions in oxidative stress, improves glycemic control until improved beta cell function. It is important to be highlight that the improved beta cell function does not require changes in insulin sensitivity or HbA1c concentration; aerobic exercise can provide benefits to patients with type 2 diabetes by enhancing beta cell function if the remaining secretory capacity is moderate, but not if it is low¹⁵.

Resistance training and management type 2 diabetes:

We identified five studies¹⁷⁻²¹ that used only resistance training as intervention (Table 2). Most studies involved the whole body by using pneumatic machines and exercise bands.

These studies used a weekly frequency of three to five sessions with 2-3 sets of 8-15 repetitions. Fifteen repetitions were used in the early stages of some training, making them more aerobic. Most of these studies used three sets of 10 repetitions (Table 2). However, considering the higher prevalence of hypertension or other complications in diabetics patients¹¹, we suggest caution in the use of multiple sets and repetitions.

The intensity of resistance training was defined by the 1RM (Repetition Maximum) test and training was conducted with intensity ranging from 50 to 85% of 1RM. The duration of training sessions ranged from 30 to 45 min. The total duration of the intervention programs lasted from 10 to 24 weeks, but most of them reached over 16 weeks of duration.

As aerobic exercises, the studies that used resistance exercises also found positive effects on type 2 diabetes. Such effects include improved glycemic control, increased sensitivity to insulin, increased muscle strength and increased levels of adiponectin. Summarizing, these related effects to improvement on glycemic control may be due to stimulation of muscle contraction, which activates signaling pathways of glucose transport into the cell³¹.

Combined aerobic and resistance training and management type 2 diabetes:

We identified seven studies^{22-27, 29} that used the combination of aerobic and resistance training as intervention (Table 3). Most studies used combined exercises on the same training session, with the exception of three studies^{22, 23, 25} that used aerobic and resistance exercise on different days. The weekly frequency of training ranged from two to three sessions, with most studies used a frequency of three sessions per week.

The duration of the session ranged from 30 to 75 min, and the total duration of the intervention program showed wide variation. There was an intervention range of eight to 96 weeks, with the majority using 48 weeks of training (Table 3).

The combined form of exercise training exhibited better positive effects than those of separate exercise (only aerobic or only resistance exercise), except for one study. Reid et al.²⁹ examined the effects of combined exercise on well-being and health

status as reported by diabetic patients through questionnaires. They found that resistance exercise training caused some clinically important improvements in physical health status; however, none of the exercise training program enhanced the mental component of health status relative to non-exercise control. Effects on patient-reported quality of life outcomes during a 6-month exercise intervention are less clear.

Nevertheless, all the other six studies found positive results regarding the use of exercise combined in management of type 2 diabetes. As shown above, seven studies used combined exercise, only three used aerobic and resistance exercise on alternate days. The use of combined exercises as intervention using different days for aerobic and resistance exercises could be employed as strategy to achieve a daily training. It is important to stress the needs of stability and regularity in total daily energy expenditure, as part of a successful treatment for patients with diabetes.

CONCLUSIONS

According to the studies reviewed, the number of studies using resistance exercise is growing in the last decade, and actually has been as used as the popular aerobic exercise. In turn, most of the reviewed studies have used interventions combining resistance and aerobic exercises.

The exercise program for diabetic patients should be seen as a form of treatment. Hence, were not established guidelines for the duration of the program, because this must become part of habitual daily tasks, and assumed as a new lifestyle for a long term glucose control.

We caution that the professionals, who prescribe exercise for this population, should take a more critical view about the advice provided by the guides of physical

activity, because there are some aggravating conditions which restrict the application of the guidelines for diabetic people.

In general, most studies have shown positive effects of physical training on the management of type 2 diabetes, except two studies^{17, 29}.

Further research combining exercise, dietary and drugs treatments, with randomized controlled trials are needed for better understand the dose-response relationship between physical exercise and glucose control in a close replication of the daily treatment routine of a diabetic patient.

REFERENCES

1. IDF. International Diabetes Federation. Diabetes: (2009, accessed 07/12/2009).
2. Thomas DE, Elliott EJ and Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006; 3: CD002968.
3. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH and Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27: 2518-39.
4. Hamdy O, Goodyear LJ and Horton ES. Diet and exercise in type 2 diabetes mellitus. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2001; 30: 883-907.
5. Snowling NJ and Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006; 29: 2518-27.
6. Albright A, Franz M, Hornsby G, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32: 1345-60.
7. Gill JM and Cooper AR. Physical activity and prevention of type 2 diabetes mellitus. *Sports Med*. 2008; 38: 807-24.
8. Johnson ST, Boule NG, Bell GJ and Bell RC. Walking: a matter of quantity and quality physical activity for type 2 diabetes management. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008; 33: 797-801.
9. Gautier JF and Giovansili L. [Physical activity and type II diabetes]. *Servir*. 2003; 51: 301-8.
10. Zinman B, Ruderman N, Campaigne BN, Devlin JT and Schneider SH. Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27 Suppl 1: S58-62.
11. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009; 119: 3244-62.

12. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA and Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*. 2001; 286: 1218-27.
13. Wycherley TP, Brinkworth GD, Noakes M, Buckley JD and Clifton PM. Effect of caloric restriction with and without exercise training on oxidative stress and endothelial function in obese subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2008; 10: 1062-73.
14. Giannopoulou I, Fernhall B, Carhart R, et al. Effects of diet and/or exercise on the adipocytokine and inflammatory cytokine levels of postmenopausal women with type 2 diabetes. *Metabolism*. 2005; 54: 866-75.
15. Dela F, von Linstow ME, Mikines KJ and Galbo H. Physical training may enhance beta-cell function in type 2 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004; 287: E1024-31.
16. Ishii T, Yamakita T, Yamagami K, et al. Effect of exercise training on serum leptin levels in type 2 diabetic patients. *Metabolism*. 2001; 50: 1136-40.
17. Cheung NW, Cinnadaio N, Russo M and Marek S. A pilot randomised controlled trial of resistance exercise bands in the management of sedentary subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2009; 83: e68-71.
18. Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME and Castaneda C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci*. 2007; 4: 19-27.
19. Baldi JC and Snowling N. Resistance Training Improve Glycaemic Control in Obese Type 2 Diabetic Men. *Int J Sports Med*. 2003; 24: 419-23.
20. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002; 25: 2335-41.
21. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002; 25: 1729-36.
22. Loimaala A, Groundstroem K, Rinne M, et al. Effect of long-term endurance and strength training on metabolic control and arterial elasticity in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Cardiol*. 2009; 103: 972-7.
23. Loimaala A, Groundstroem K, Rinne M, Nenonen A, Huhtala H and Vuori I. Exercise training does not improve myocardial diastolic tissue velocities in Type 2 diabetes. *Cardiovasc Ultrasound*. 2007; 5: 32.
24. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2007; 147: 357-69.
25. Loimaala A, Huikuri HV, Koobi T, Rinne M, Nenonen A and Vuori I. Exercise training improves baroreflex sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetes*. 2003; 52: 1837-42.
26. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD and Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2003; 26: 2977-82.
27. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R and Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2002; 56: 115-23.

28. Madden KM, Lockhart C, Cuff D, Potter TF and Meneilly GS. Short-term aerobic exercise reduces arterial stiffness in older adults with type 2 diabetes, hypertension, and hypercholesterolemia. *Diabetes Care*. 2009; 32: 1531-5.
29. Reid RD, Tulloch HE, Sigal RJ, et al. Effects of aerobic exercise, resistance exercise or both, on patient-reported health status and well-being in type 2 diabetes mellitus: a randomised trial. *Diabetologia*. 2010; 53: 632-40.
30. ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998; 30: 975-91.
31. Tomas E, Zorzano A and Ruderman NB. Exercise and insulin signaling: a historical perspective. *J Appl Physiol*. 2002; 93: 765-72.

3. ARTIGO 2 - Validation of a screening tool for identifying Brazilians individuals with impaired glucose tolerance.

ABSTRACT

Objective: To validate a self-administered tool for identifying Brazilians with impaired glucose tolerance (IGT). **Methods:** The Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) was applied in 829 people aged ≥ 40 years without previous diagnosis of diabetes, between November 2009 and April 2010 in Viçosa, MG. Randomly selected 300 subjects from the initial survey, which were invited to attend the Human Performance Laboratory at the Federal University of Viçosa for collecting a blood sample to identify the levels of glycated hemoglobin (A1C). Of the 300 subjects invited, 162 attended to compose the final sample validation. The risk score was assessed by area under the ROC curve (AUC). **Results:** The prevalence of IGT and diabetes according to A1C levels were 21.6% and 8.6% respectively. The values of risk score various from 1 to 25. The AUC values considering $A1C \geq 6.0\%$ was 0.69 (95% CI 0.61 to 0.76). Risk score = 9 had a sensitivity of 75.51%, specificity of 49.56%, positive predictive value (PPV) of 39.4% and negative predictive value (NPV) of 82.4%. **Conclusions:** The FINDRISC proved to be a suitable tool for identifying Brazilians with IGT, who are at high risk for developing type 2 diabetes.

Keywords: type 2 diabetes, type II diabetes, diagnosis, prevention, questionnaire

INTRODUCTION

Just as occurs around the world, the epidemic of diabetes is also increasing in Brazil. Recent study by the Ministry of Health¹ shows that the prevalence of diabetes in Brazil increased from 5.2% in 2006 to 5.8% in 2009. In 2010, according to International Diabetes Federation (IDF)², the estimated prevalence is 6.4%, meaning 7,632,500 people with diabetes across the country and placing Brazil as the fifth country with the largest number of people with diabetes³. In 2030, it is estimated that the prevalence rises to 7.7% of the population⁴.

The growing number of people with diabetes in their productive age increases the economic burden on the health care system, due to increasingly early onset of complications and subsequently a period of intensive long medical treatment⁵.

Based on this evidence, identifying individuals with high risk for developing diabetes (IGT) or those already with the disease is extremely important⁶. However, the American Diabetes Association (ADA)⁷ recommends that the tests to detect type 2 diabetes and assess risk for future diabetes in asymptomatic people should be considered in adults with some additional risk factors.

Thus, with the aim of identifying people at high risk of developing type 2 diabetes several simple tools, inexpensive and noninvasive is being developed and tested in many populations over the last decade⁸⁻¹¹. Such tools can not be applied to other ethnic groups, except when validated for the targeted population^{12, 13}.

Such predicting tools are lacking in the Brazilians populations. Therefore, in the current study, we aim to validate a self-assessment tool for identifying Brazilians individuals with IGT.

METHODS

Subjects

This cross-sectional survey was conducted between November 2009 and April 2010 at the Viçosa City, MG. The questionnaire to screen for diabetes was applied in 829 people aged over 40 years without previous diagnosis of diabetes. Questionnaires were administered by health workers in 15 units of the Family Health Program of the city and seven more points on the university campus. Health workers that were involved in collecting data were trained and the equipment used for measuring body weight and height of the subjects had been tested and calibrated. Waist circumference was measured at the navel, according to the instructions of the questionnaire¹⁴.

The city of Viçosa has about 74,171 inhabitants (53% women) are over 40 years¹⁵. Currently, according to the Municipal Department of Health¹⁶, the prevalence of diabetes in Viçosa is 7.11%. Based on this information, we use the equation Lwanga and Lemeslow¹⁷ for calculating the minimum sample in order to extract a sub-sample for the study of the questionnaire. Assuming a maximum error of 5% and confidence interval 95%, were required at least 101 individuals to the sub-sample representative of the population in question. However, in this analysis, the minimum was extrapolated to 162 individuals (an increase of approximately 60%) to prevent sample loss during the study.

Therefore, the study was designed as follows: we randomly selected 300 subjects in the initial survey, which received by post a letter of invitation to attend the Human Performance Laboratory at the University for collecting the blood sample. Of the 300 subjects invited, 162 attended subjects, this being the final sample for the validation study.

All subjects in this study signed an informed consent, and the study was approved by the Ethics Committee for human studies at the Federal University of Viçosa.

Biochemical analysis

The collection of blood sample was performed by a trained biochemist, using the technique of vacuum collection. The blood samples were stored in the freezer and then taken for analysis. The analysis of blood samples to identify levels of A1C were performed on the same day of collection at the Laboratory of Clinical Analysis, Division of Health, Federal University of Viçosa, using the method of analysis of HPLC (High performance liquid chromatography) by the apparatus VARIANT II System (Bio-Rad Laboratories, Inc., USA).

Definitions

As indicated by American Diabetes Association^{7, 18}, we used as gold standard for the diagnosis of type 2 diabetes the A1C test. The A1c test was chosen because it presents some advantages over oral glucose tolerance test (OGTT) and fasting plasma glucose (FPG) for example: 1) Better index of overall glycemie exposure and risk for long-term complications; 2) Substantially less biologic variability; 3) Substantially less pre-analytic instability e 4) Relatively unaffected by acute (e.g. stress or illness related) perturbations in glucose levels¹⁸.

Individuals who had $A1C \leq 5.9\%$ were considered as “normal”, 6.0% to 6.4% as “IGT”, and $A1C \geq 6.5\%$ as “diabetic”¹⁸. Despite standards of medical care in diabetes – 2010 of ADA⁷ indicated a change in A1C for the classification of IGT lowest (5.7% - 6.4%). Studies show that the risk of diabetes increase with the increase of A1C and cutoff point $\geq 6.0\%$ was associated with a highly increased risk of incident diabetes^{19, 20}.

Therefore, we consider for the analysis the cutoff A1C \geq 6.0% for subjects with high risk to be IGT or developing diabetes.

Finnish Diabetes Risk Score

Details on the development and validation in a prospective setting and cross-sectional evaluation of the FINDRISC in Finnish population have been published elsewhere^{14, 21}.

The FINDRISC was produced to be a simple risk calculator that could be conveniently used in primary care and also by individuals themselves, only those variables that were easy to assess without any laboratory tests or those clinical measurements that did not require special skills were included¹⁴.

The final risk score form is a one-page questionnaire containing eight questions, with categorized answers, about age, BMI, waist circumference, physical activity, daily consumption of fruits, berries or vegetables, history of antihypertensive drug treatment, history of high blood glucose, and family history of diabetes. These variables predicted diabetes incidence in the original study cohort from which the risk score was developed. Each of the answers to the questions in the form was weighted, corresponding to the risk increase associated to the respective variable in the original model. The total risk score is a simple sum of the individual weight, and values range from 0 to 26¹⁴.

The FINDRISC was chosen as a tool to be validated in Brazil because it is currently the best screening tool available for use in clinical practice and valid in several countries⁸. Importantly, several authorities such as the European Association for the Study of Diabetes, the European Society of Cardiology, and the International Diabetes Federation Consensus Group have recommended the FINDRISC to be used for the risk stratification purposes in the European population^{22, 23}.

Statistics

The comparison of results between men and women was performed through the Mann-Whitney test using the software SigmaPlot for Windows Version 11.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA).

The predictive performance of the risk score was evaluated with respect to the area under the curve (AUC) in a receiver operating characteristics (ROC) curve, sensitivity (the probability of a positive test given to the individual that truly does have the disease), specificity (the probability of a negative test given to the individual that does not have the disease), the positive predictive value - PPV (the probability of the disease giving a positive test), and the negative predictive value - NPV (the probability of a non-diseased giving a negative test).

We performed the ROC curve analysis of all individuals with A1C values ≥ 6.0 and the other only in diabetic patients ($A1C \geq 6.5\%$) to determine the prevalence of individuals with IGT and diabetes.

These tests were performed using the software MedCalc® Version 11.1.1.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium). All tests were calculated using a confidence interval (CI) of 95% and $p < 0.05$ were assumed to indicate significance.

RESULTS

Of the 829 subjects in the cross-section survey to screen for diabetes, 14 were excluded due to missing data, leaving 815 subjects for analysis. Among subjects with complete data were randomly selected 300 subjects who were invited to collect the blood in order to compose the sub-sample validation of a screening tool. Of the 300

subjects invited, 162 participants attended (55.5% men) with an age range between 41-82 years of age.

When analyzing the data, we divided the sub-sample by gender to ascertain if there were difference in the variables analyzed between men and women. The only existing statistical differences in variables were body weight and height, which showed higher values in men than in women (Table 1). However, these differences did not affect BMI and other variables, which showed no statistical differences (Table 1). Therefore, we consider our sub-sample as being homogeneous with respect to the variables analyzed, and all results presented below are for the total sample.

Table 1 - Characteristics of the subjects evaluated.

Variables	Female	Male	Total Sample
n	72	90	162
Age (years)	56.5 ± 9.0	57.3 ± 7.2	56.9 ± 8
Weight (kg)	66.2 ± 10.4	74.8 ± 12.1*	71 ± 12.2
Height (m)	1.5 ± 0.05	1.6 ± 0.06*	1.6 ± 0.08
BMI (kg/m ²)	26.8 ± 4.6	26.4 ± 3.5	26.6 ± 4
WC (cm)	92 ± 12.1	94.6 ± 10.8	93.4 ± 11.5
A1C (%)	5.7 ± 0.3	5.7 ± 0.5	5.7 ± 0.4
eAG (mg/dL)	119.5 ± 11.2	119 ± 16	119.2 ± 14
FINDRISC (score)	11.3 ± 4.8	11 ± 5.4	11.1 ± 5.1

Data are means ± SD. *Significant difference between gender ($P \leq 0.001$).

Legend: eAG = Estimated average glucose; A1C = Glycosylated hemoglobin; WC = Waist circumference; BMI = Body mass index

The prevalence of IGT and diabetes according to the A1C test were 21.6% and 8.6% respectively. The Diabetes Risk Score value varied from 1 to 25 and the area under the ROC curve (AUC) by considering all values of A1C $\geq 6.0\%$ was 0.69 (95% CI 0.61 - 0.76) (Fig 1).

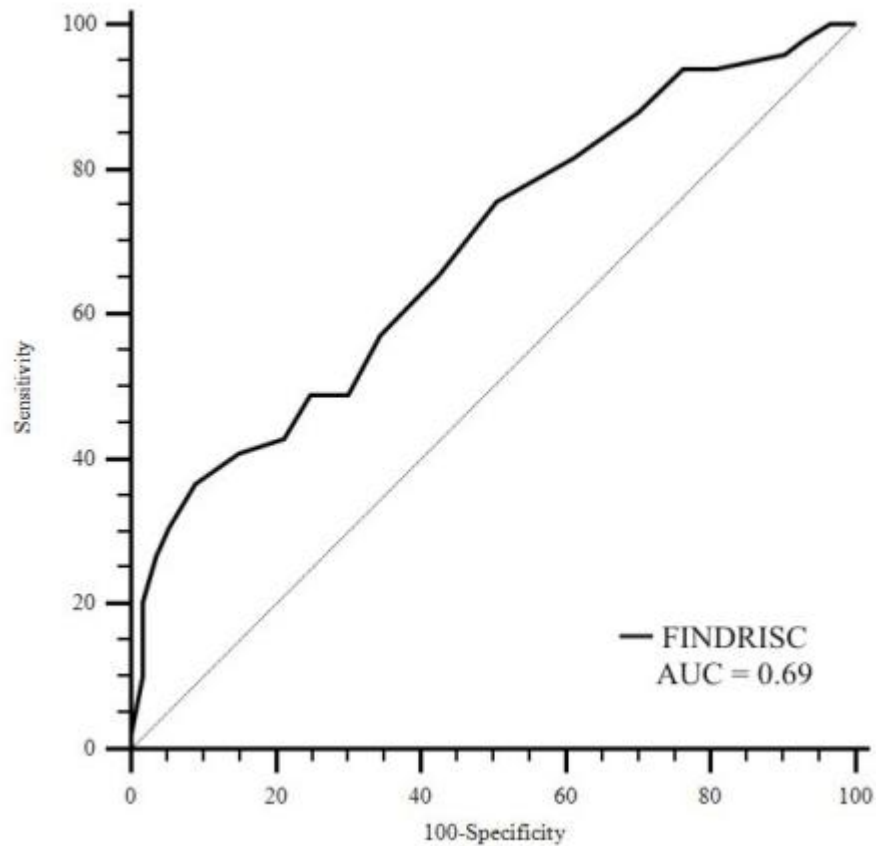


Fig 1 – ROC curves showing the performance of FINDRISC for identifying Brazilians individuals with IGT. AUC = 0.69 (IC 95% = 0.61 – 0.76) ($P \leq 0.001$).

The sensitivity, specificity, PPV and NPV by each score in a sample Brazilians are showed in table 2.

Based on the best cutoff point found in this study, we could determine the prevalence of Brazilian individuals with IGT (Table 3).

Table 2 – The sensitivity, specificity, PPV and NPV by each score in a sample Brazilians.

Total score	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
1	100.00	0	30.2	100.0
2	100.00	3.54	31.0	100.0
3	97.96	7.08	31.4	88.9
4	95.92	9.73	31.5	84.6
5	93.88	19.47	33.6	88.0
6	93.88	23.89	34.8	90.0
7	87.76	30.09	35.2	85.0
8	81.63	38.94	36.7	83.0
9	75.51	49.56	39.4	82.4
10	65.31	57.52	40.0	79.3
11	57.14	65.49	41.8	77.9
12	48.98	69.91	41.4	76.0
13	48.98	75.22	46.2	77.3
14	42.86	78.76	46.7	76.1
15	40.82	84.96	54.1	76.8
16	36.73	91.15	64.3	76.9
17	30.61	94.69	71.4	75.9
18	26.53	96.46	76.5	75.2
19	20.41	98.23	83.3	74.0
20	10.20	98.23	71.4	71.6
21	6.12	99.12	75.0	70.9
23	2.04	100.00	100.0	70.2
25	0	100.00	100.0	69.8

Data are showed in percentages. AUC = 0.69 (IC 95% = 0.61 – 0.76) (P ≤ 0.001). Values in *bold* represent best cutoff point for identifying individuals with IGT.

Table 3 – Prevalence of risk for identifying Brazilians individuals with IGT.

Score	Risk Classification	% of study sample ^a	% of population ^b
< 9	Low	32.8	30.9
≥ 9	High	67.2	69.1

^a = Study sample from cross-sectional survey; ^b = Total population of cross-sectional survey.

DICUSSION

The result of the performance of FINDRISC to identify Brazilian individuals with IGT is satisfactory, indicating that it can be used as a screening tool. The best cutoff point found in Brazilians individuals demonstrates a sensitivity of 75.51% in

identifying people likely to develop diabetes. Another data that strengthens the use of FINDRISC in prevention of diabetes is the NPV of 82.4%, meaning that people who submit scores below 9 are 82.4% of not having IGT. Analyzing the data only for diabetics $A1C \geq 6.5\%$, although AUC was not significant ($p = 0.1124$) using the cutoff value of 9 to identify subjects at high risk for being diabetics resulted in a sensitivity 78.57% (95% CI 49.2 - 95.3%), specificity of 43.92% (95% CI 35.8 - 52.3%), PPV of 11.7% (95% CI 6.0 - 20%) and NPV of 95.6% (95% CI 87.6 - 99.1%).

The present study is the first to validate a screening tool for identify people with risk to IGT in a Brazilian population. We conducted a search in the international databases (Pubmed and Science Direct) until September 2010, and noticed the absence of any study using this type of tool in our population.

Our results are reinforced by recent studies^{5, 24} that used questionnaires to identify people with IGT. Schwarz et al. evaluated the usefulness of the FINDRISC to predict insulin resistance in a population with an increasing diabetes risk in a cross-sectional survey (1996) and a cohort study (1997-2000). Although we know that the disease prevalence is different between populations and that this fact influenced the results of the performance analysis of the questionnaires, Schwarz et al.⁵ found in the cross-sectional survey (1996) a cutoff similar to the one found in our study. In the same cutoff, the results of sensitivity and NPV were quite similar; however, the AUC was different, with ours somewhat lower.

Therefore, these results provide further evidence for the use of FINDRISC as a tool for screening to identify Brazilian individuals with IGT. The most important use of FINDRISC is the primary care level, where strategies for population-based screening are widely needed. The use by primary care physicians or other health care

professionals would facilitate the detection of high-risk subjects and the institution of early preventive measures.

Current screening tools for type 2 diabetes include questionnaires that assess risk factors, biochemical tests or a combination of both⁸. However, many of these tools require some training prior to applying intrusive further biochemical tests, mostly still expensive and time consuming. Thus, the need for a simple screening tool based on risk factors for type 2 diabetes, which is self-administered, becomes of a paramount importance, especially in the community-based settings of developing countries.

It is well known that people with IGT have a high probability to progress into having diabetes, approximately half of them will be diabetic within 10 years^{25, 26}. The rate of progression to diabetes among people with IGT depend on their profiles of risk factors, and thus the FINDRISC can be a useful tool to identify those with IGT, which are at greater risks and which would benefit from preventive interventions, as showed recently by the FINDRISC in the Finish Diabetes Prevention Study²⁷.

The results of this study showed no significantly between genders differences (Table 1). Considering these variables as risk factors for diabetes development, the prevalence of between genders diabetes equality in Brazil, already observed in previous studies²⁸, is indicating a trend.

The prevalence of pre-diabetes and diabetes according to the A1C test was respectively 21.6% and 8.6%. The prevalence of diabetes observed in this study is slightly higher than the official prevalence provided by the Municipal Department of Health¹⁶, which is estimated to be 7.11% for the city of Viçosa, However, official data are based on a survey conducted in 2001. Recent studies done by the Ministry of

Health¹ shows that the prevalence of diabetes in Brazil increased from 5.2% in 2006 to 5.8% in 2009.

In a recently published study on data from the CARMELA Study²⁹ was found that the prevalence of diabetes and impaired fasting glucose is high in the seven largest cities in Latin America. Overall, the prevalence of diabetes was 7.0% (95% CI 6.5 – 7.6) and impaired fasting glucose was found in 2% of the population. However, it was not included in this study data related to the Brazilian population.

When we compared our prevalence data with the CARMELA Study²⁹, we found that our results are quite close to those found in Mexico City (8.9% CI 7.7 to 10.2) and Bogota (8.1%; 95 % CI 6.8 to 9.5). In relation to pre-diabetic condition, results of Viçosa are ten times the ones found in the CARMELA Study²⁹. This demonstrates the importance of early diagnosis of people at risk for developing type 2 diabetes, because changes in the lifestyle can prevent or delay the onset of type 2 diabetes in the population²⁶.

CONCLUSIONS

In conclusion, our analysis shows that the FINDRISC may be a suitable tool to identify Brazilians individuals with IGT, which have high risk of developing type 2 diabetes.

When implemented in primary health care, the FINDRISC would help health care professionals in decision making regarding a further medical investigation and the institution of preventive measures. Furthermore, the application of the FINDRISC in a population-based program aims also at a learning effect. People completing the FINDRISC become aware of their own prevalent risk factor.

As proposed by several authorities such as the European Association for the Study of Diabetes, the European Society of Cardiology, and the International Diabetes Federation Consensus Group, the FINDRISC is a useful tool to be used for risk stratification purposes^{22, 23}. Brazil, as a developing country of continental dimensions, also has a poor health care system, in which a certain percentage of the population lack access to appropriate health care services and could benefit from using the FINDRISC in primary health care.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank FAPEMIG for funding the scholarship to the graduate student responsible for the work and the FUNARPÓS funding of examinations conducted by this study. The Municipal Department of Health of Viçosa for their help in data collection. In addition, we thank the volunteers who kindly participated in the study.

REFERENCES

1. Brasil. Ministério da Saúde – Vigitel 2009.: (2010, accessed 02 October 2010).
2. IDF. International Diabetes Federation - Prevalence estimates of diabetes mellitus (DM), 2010.: (2010, accessed 02 November 2010).
3. IDF. International Diabetes Federation - Economic impact of Diabetes.: (accessed 02 November 2010).
4. IDF. International Diabetes Federation - Prevalence estimates of diabetes mellitus (DM), 2030.: (2010, accessed 02 November 2010).
5. Schwarz PE, Li J, Reimann M, et al. The Finnish Diabetes Risk Score is associated with insulin resistance and progression towards type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009; 94: 920-6.
6. Screening for type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2004; 27 Suppl 1: S11-4.
7. Standards of medical care in diabetes--2010. *Diabetes Care.* 2010; 33 Suppl 1: S11-61.
8. Schwarz PE, Li J, Lindstrom J and Tuomilehto J. Tools for predicting the risk of type 2 diabetes in daily practice. *Horm Metab Res.* 2008; 41: 86-97.

9. Gao WG, Qiao Q, Pitkaniemi J, et al. Risk prediction models for the development of diabetes in Mauritian Indians. *Diabet Med.* 2009; 26: 996-1002.
10. Gao WG, Dong YH, Pang ZC, et al. A simple Chinese risk score for undiagnosed diabetes. *Diabet Med.* 2010; 27: 274-81.
11. Cabrera de Leon A, Coello SD, Rodriguez Perez Mdel C, et al. A simple clinical score for type 2 diabetes mellitus screening in the Canary Islands. *Diabetes Res Clin Pract.* 2008; 80: 128-33.
12. Glumer C, Borch-Johnsen K and Colagiuri S. Can a screening programme for diabetes be applied to another population? *Diabet Med.* 2005; 22: 1234-8.
13. Glumer C, Vistisen D, Borch-Johnsen K and Colagiuri S. Risk scores for type 2 diabetes can be applied in some populations but not all. *Diabetes Care.* 2006; 29: 410-4.
14. Lindstrom J and Tuomilehto J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. *Diabetes Care.* 2003; 26: 725-31.
15. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas de População - Estimativa da população de Viçosa em 2009: (accessed 02 November 2010).
16. Valente CGQ. Multicenter study of diabetes mellitus - situational analysis in Viçosa - MG. Viçosa, MG.: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
17. Lwanga SK and Lemeshow S. Sample size determination in health studies: a practical manual. Geneva: World Health Organization, 1991.
18. International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care.* 2009; 32: 1327-34.
19. Zhang X, Gregg EW, Williamson DF, et al. A1C level and future risk of diabetes: a systematic review. *Diabetes Care.* 2010; 33: 1665-73.
20. Lu ZX, Walker KZ, O'Dea K, Sikaris KA and Shaw JE. A1C for screening and diagnosis of type 2 diabetes in routine clinical practice. *Diabetes Care.* 2010; 33: 817-9.
21. Saaristo T, Peltonen M, Lindstrom J, et al. Cross-sectional evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score: a tool to identify undetected type 2 diabetes, abnormal glucose tolerance and metabolic syndrome. *Diab Vasc Dis Res.* 2005; 2: 67-72.
22. Schwarz PE, Lindstrom J, Kissimova-Scarbeck K, et al. The European perspective of type 2 diabetes prevention: diabetes in Europe--prevention using lifestyle, physical activity and nutritional intervention (DE-PLAN) project. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 2008; 116: 167-72.
23. Schwarz PE, Gruhl U, Bornstein SR, Landgraf R, Hall M and Tuomilehto J. The European perspective on diabetes prevention: development and Implementation of A European Guideline and training standards for diabetes prevention (IMAGE). *Diab Vasc Dis Res.* 2007; 4: 353-7.
24. Tuomilehto J, Lindstrom J, Hellmich M, et al. Development and validation of a risk-score model for subjects with impaired glucose tolerance for the assessment of the risk of type 2 diabetes mellitus-The STOP-NIDDM risk-score. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010; 87: 267-74.
25. Unwin N, Shaw J, Zimmet P and Alberti KG. Impaired glucose tolerance and impaired fasting glycaemia: the current status on definition and intervention. *Diabet Med.* 2002; 19: 708-23.
26. Lindstrom J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, et al. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet.* 2006; 368: 1673-9.

27. Lindstrom J, Peltonen M, Eriksson JG, et al. Determinants for the effectiveness of lifestyle intervention in the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes Care*. 2008; 31: 857-62.
28. Goldenberg P, Schenkman S and Franco LJ. Prevalence of diabetes mellitus: gender differences and sex equalities. *Rev Bras Epidemiol*. 2003; 6: 18-28.
29. Escobedo J, Buitron LV, Velasco MF, et al. High prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in urban Latin America: the CARMELA Study. *Diabet Med*. 2009; 26: 864-71.

4. ARTIGO 3 - Frutosamina: Uma alternativa para avaliação glicêmica em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a programas de exercícios de curta duração.

Introdução: O controle glicêmico é um dos principais objetivos terapêuticos para pacientes com diabetes tipo 2. Os testes mais recomendados para o monitoramento tem sido a hemoglobina glicada (A1C) e a glicose plasmática de jejum (GPJ), os quais possuem limitações para identificar mudanças glicêmicas em períodos mais curtos. Portanto, este estudo foi proposto para avaliar a eficácia da frutosamina na avaliação do perfil glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de oito semanas de duração. **Métodos:** Oito voluntários ($51,1 \pm 8,2$ anos) foram submetidos a um programa de exercício físico supervisionado durante oito semanas (três vezes por semana a 50 a 60 % do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ por 30 a 60 minutos). Avaliou-se a composição corporal, $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, A1C, GPJ, frutosamina e glicemia capilar (GC). **Resultados:** Diferenças estatísticas foram encontradas nas concentrações da frutosamina, no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e na GC. No entanto, a A1C e GPJ não apresentaram diferença estatística. A frutosamina apresentou uma diminuição de 15% ($57 \mu\text{mol/L}$) entre o início e o final do estudo, o $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ aumentou 14,8% ($3,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) e a GC diminuiu em média 34,4% ($69,3 \text{ mg/dL}$). **Conclusão:** A frutosamina é eficaz na avaliação das alterações glicêmicas em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração, alternativamente às tradicionais medidas de A1C e GPJ.

Palavras-chave: Frutosamina; Exercício aeróbico; Diabetes tipo 2; Controle glicêmico.

ABSTRACT

Introduction: Glycemic control is a major therapeutic goal for patients with type 2 diabetes. The tests recommended for monitoring has been glycated hemoglobin (A1C) and fasting plasma glucose (FPG), which have limited to identify glycemic changes over shorter periods. Therefore, this study was designed to evaluate the effectiveness of fructosamine in the assessment of glycemic control in patients with type 2 diabetes undergoing a eight weeks' physical exercise program. **Methods:** Eight volunteers (51.1 ± 8.2 years) underwent a supervised exercise program for eight weeks (three times/week, 50-60% of $\dot{V}O_{2\max}$ for 30-60 minutes.). Was assessed the body composition, $\dot{V}O_{2\max}$, A1C, FPG, fructosamine and blood glucose (GC). **Results:** Statistical differences were found in concentrations of fructosamine in $\dot{V}O_{2\max}$ and the CG. However, A1C and FPG showed no statistical difference. The fructosamine declined by 15% (57 $\mu\text{mol/L}$) between the beginning and end of study, the $\dot{V}O_{2\max}$ increased by 14.8% (3.8 mL.kg.min^{-1}) and CG decreased on average 34.4% (69.3 mg/dL). **Conclusion:** The fructosamine is effective in the evaluation of glucose in patients with type 2 diabetes underwent a short exercise program, alternatively the traditional measures of A1C and FPG.

Keywords: Fructosamine, Aerobic exercise, Type 2 diabetes, Glycemic control.

INTRODUÇÃO

O controle glicêmico é um dos principais objetivos terapêuticos para pacientes com diabetes tipo 2. Os efeitos deletérios da glicotoxicidade exercem um importante papel no comprometimento progressivo da secreção e sensibilidade da insulina, dois principais fatores na patogênese do diabetes tipo 2, possibilitando futuras complicações¹. Estudos têm demonstrado que o controle glicêmico é fundamental para o controle do diabetes, pois está associado com uma diminuição significativa das taxas de complicações microvasculares (retinopatia e nefropatia) e neuropatia².

Uma das maneiras de alcançar o controle glicêmico é através dos exercícios físicos. Os efeitos dos exercícios físicos sobre o diabetes tipo 2 são bastante conhecidos³, portanto, eles têm sido recomendados para pacientes com diabetes tipo 2 por aumentar absorção de glicose para dentro do músculo ativo e ainda diminuir o risco cardiovascular e mortalidade^{4,5}.

A hemoglobina glicada (A1C) e a glicose plasmática de jejum (GPJ) são os dois testes de monitoração da glicose sanguínea mais frequentemente utilizados². No entanto, a A1C reflete o controle glicêmico sobre 2-3 meses, o qual é um período muito longo para avaliação da efetividade de programas de exercícios de curta duração⁶ sobre o controle glicêmico, sendo a GPJ variável e pouco correlacionada às médias glicêmicas⁷.

As proteínas do soro sanguíneo possuem uma meia-vida menor que a hemoglobina, sendo a frutamina (medida das proteínas glicadas, mais especificamente a albumina), o reflexo do controle glicêmico em um período de 2-3 semanas⁸. A frutamina é um teste particularmente útil quando se avalia períodos de rápida

modificação no controle glicêmico⁹, tais como as decorrentes de programas de exercícios físicos^{8,10,11}.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da frutossamina na monitoração do perfil glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração.

MÉTODOS

Participantes

Os participantes deste estudo foram recrutados através de anúncios na mídia da cidade de Viçosa, Minas Gerais, e selecionados pelos seguintes critérios de inclusão: a) Ter diabetes tipo 2 diagnosticado através do critério da *American Diabetes Association* (ADA)² ; b) Não possuir complicações decorrentes do diabetes (Doenças Cardiovasculares, neuropatia, retinopatia e nefropatia); c) Não ter praticado exercícios físicos com orientação profissional nos últimos 2 meses anteriores ao início do programa; d) Concordarem em não realizar outros tipos de exercícios físicos programados com orientação profissional além dos executados no programa durante o estudo.

Vinte voluntários se inscreveram para participar do estudo, dos quais quinze passaram pelos critérios de seleção. Após reunião para explicar todos os procedimentos do estudo, onze confirmaram a participação. Após a primeira semana de estudo um participante foi excluído, por impedimento na realização de exercícios físicos devido a ulceração em um dos pés. Outros dois voluntários desistiram durante o programa de exercício por razões pessoais. Finalmente, oito voluntários (idade média de $51,1 \pm 8,2$ anos; tempo de diagnóstico: $5,1 \pm 4,6$ anos), dos quais quatro eram mulheres,

compuseram a amostra final do estudo. Todos os participantes usavam medicamentos antidiabéticos orais (todos com metformina, um com insulina e outro com glimepirida - sulfoniluréia).

Todos os voluntários submetidos ao programa de intervenção possuíam a liberação de seus respectivos médicos para a prática de exercícios físicos aeróbicos de intensidade moderada. As informações detalhadas sobre todos os procedimentos realizados neste estudo foram fornecidas aos participantes e os termos de consentimentos foram obtidos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.

Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

As medidas antropométricas foram obtidas no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da Universidade Federal de Viçosa por um avaliador treinado. As medidas de peso, estatura e circunferência de cintura foram realizadas em equipamentos calibrados utilizando-se a padronização descrita por Lohman et al.¹². O índice de massa corporal foi calculado e analisado segundo orientações da *World Health Organization* (WHO)¹³. A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do aparelho *Body Composition Analyser*¹⁴ [ENREF_14](#) (BIA 310 bioimpedance analyzer, Biodynamics Corp.).

Exames Bioquímicos

A coleta de amostra de sangue foi realizada após jejum de 8 horas por um bioquímico treinado, utilizando a técnica de coleta a vácuo em tubos com EDTA-K₃ para hematologia (A1C e glicose plasmática de jejum) e tubos com acelerador de coágulo (SiO₂) e gel separador para sorologia (Frutosamina). As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da

Universidade Federal de Viçosa, utilizando os seguintes métodos: a) A1C: HPLC (*High performance liquid chromatography*), em coluna de troca iônica e afinidade, pelo aparelho VARIANT II System (Bio-Rad Laboratories, Inc., USA) com valor de referência (VR) para normalidade $\leq 6,5\%^2$; b) Frutosamina: teste colorimétrico com redução do azul de nitrotetrazólio (NBT) pelo aparelho Modular (Roche), tendo como VR para normalidade 205 a 285 $\mu\text{mol/L}$ e c) GPJ: método glicose oxidase em aparelho Cobas Mira Plus (Roche) VR para diabetes $\geq 126 \text{ mg/dL}$ ($7,0 \text{ mmol/L}$)². A glicemia capilar antes e após cada sessão de exercício foi aferida pelo monitor de glicemia Accu-Chek Go (Roche).

Aptidão cardiorrespiratória

A capacidade cardiorrespiratória dos participantes foi mensurada por meio do Analisador de Gases Metabólicos VO2000 (Medical Graphics Corporation) e analisadas pelo software Aerograph 4.3 (Medical Graphics Corporation). Os testes foram realizados em um cicloergômetro (ISO1000, SCIFIT® Corporate Headquarters) utilizando um protocolo em rampa, com incrementos de carga a cada minuto, no qual os voluntários eram estimulados a atingir 85% da frequência cardíaca (FC) máxima estimada pela equação $FC_{\text{máx.}} = 208 - (\text{idade} \times 0,7)$ proposta por Tanaka et al.¹⁵. Por motivo de segurança, ao atingir 85% da FC máxima o teste era interrompido e equações individuais para a estimativa do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) foram formuladas por regressão linear utilizando-se os valores da FC (bpm) e do $\dot{V}O_2$ (ml.kg.min^{-1}) obtido durante os testes¹⁶, através do software SigmaPlot® Version 11.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA).

Protocolo

O estudo teve duração de dez semanas, das quais oito semanas foram de intervenção com exercícios físicos (Figura 1). Os exercícios foram realizados no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da Universidade Federal de Viçosa, utilizando cicloergômetros (Cycle 167, 2001, ERGO-FIT®). Os exercícios foram realizados três vezes por semana ao longo de oito semanas consecutivas. Durante o estudo, a duração das sessões variou de 30 a 60 minutos e as intensidades variaram entre 50 a 60% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ dos indivíduos (Figura 1).

As sessões eram divididas em três etapas: aquecimento, parte principal e volta a calma, sendo que o aquecimento e volta a calma sempre tiveram duração de cinco minutos cada. O controle da intensidade com base no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ foi realizado pela monitoração da FC correspondente, com ajuda do monitor de FC (Polar® RS800CX, Finlândia).

Os participantes foram orientados a pedalar a uma velocidade média de 20 km/h durante toda a sessão e a carga em watts do ergômetro foi elevada até atingir a FC alvo com base na % $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ para a sessão específica. No entanto, se algum participante apresentasse fadiga periférica, ocorreria diminuição da carga em watts do ciclo e a velocidade seria aumentada, com objetivo de se manter a carga fisiológica (FC) necessária.

A carga total da sessão (Figura 4) foi calculada pela seguinte equação¹⁷: Carga total da sessão = Duração x Intensidade. A análise da frutamina foi realizada em três momentos diferentes (Semanas 1,5 e 10)(Figura 1). Não houve controle sobre a ingestão

alimentar dos avaliados, e estes foram orientados a manter suas dietas habituais durante todo o período de intervenção.

Semanas	1 ^{Av}	2	3	4	5 ^{Fru}	6	7	8	9	10 ^{Av}
Período de exercício		Exercício								
Intensidades		50	50	55	60	60	60	60	60	
Duração/Sessão		30	40	50	60	60	60	60	60	

Figura 1 – Evolução do estudo. Legenda: Av = Avaliação (Antropometria e Composição Corporal, Exames Bioquímicos e Aptidão cardiorrespiratória); Fru = Exame de frutamina durante o período de exercício); Intensidades = % $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e Duração/Sessão = Minutos.

Estatística

Todas as variáveis passaram pelo teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e, portanto, são apresentadas em média (\bar{x}) e desvio-padrão (DP). Utilizou-se o teste paramétrico ANOVA - One Way para medidas repetidas, seguidas do post-hoc Tukey quando houve interação, para avaliar a evolução do comportamento da frutamina durante o estudo. Para as demais variáveis, nas quais se avaliou o desempenho pré e pós estudo e pré e pós sessão de exercício (glicemia capilar), utilizou-se o teste T pareado. O nível de significância adotado nos testes estatísticos foi de 5%. Os testes foram realizados pelo software SigmaPlot Version 11.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

As variáveis antropométricas, composição corporal, A1C e GPJ não apresentaram diferença estatística entre os períodos pré e pós estudo (Tabela 1). No entanto, ao avaliar o IMC, segundo a classificação da *World Health Organization* (WHO)¹³ os participantes encontravam-se em um estado de obesidade classe I,

confirmado pela elevada porcentagem de gordura corporal aferida pela técnica de bioimpedância.

Tabela 1 – Características dos participantes pré e pós estudo.

Variáveis	Pré (n = 8)	Pós (n = 8)
	$\bar{x} \pm DP$	$\bar{x} \pm DP$
Peso (kg)	83,7 ± 17,1	83,2 ± 17,7
IMC (kg/m²)	30,2 ± 6,4	29,8 ± 6,2
C/C (cm)	102,6 ± 12,0	97,5 ± 20,1
% Gord.	33,4 ± 6,3	32,4 ± 5,9
Massa Gordura (kg)	28,6 ± 9,8	27,4 ± 9,3
A1C (%)	8,9 ± 1,6	8,3 ± 1,8
GPJ (mg/dL)	192,2 ± 73,9	176,7 ± 55,1

Legenda: IMC = Índice de massa corporal; C/C = Circunferência de cintura; % Gord. = Porcentagem de gordura corporal; A1C = Hemoglobina glicada e GPJ = Glicose plasmática de jejum. Os dados são apresentados em média (\bar{x}) ± desvio-padrão (DP).

Diferenças estatísticas foram encontradas nas concentrações da frutossamina entre os períodos do estudo analisados (Figura 2), no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (Figura 3) e nas concentrações de glicemia capilar antes e após as sessões de treinos (Figura 4).

A frutossamina apresentou uma diminuição na concentração sanguínea de 15% (57 $\mu\text{mol/L}$) entre o início e o final do estudo, enquanto o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ demonstrou um aumento de 14,8% (3,8 ml.kg.min^{-1}) e a glicemia capilar durante as sessões de exercício apresentou uma diminuição média de 34,4% (69,3 mg/dL).

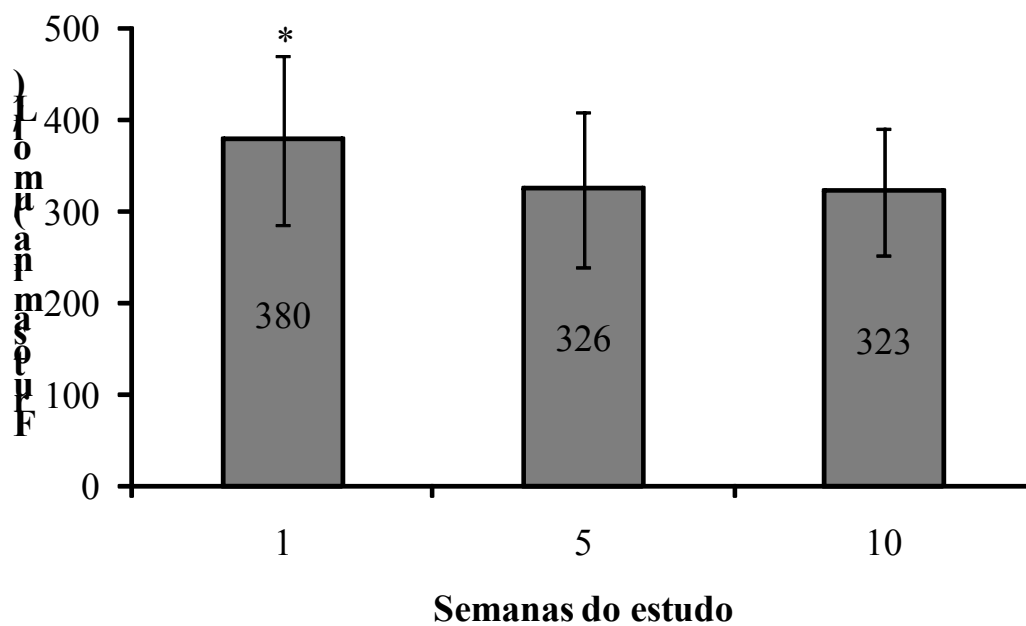


Figura 2 – Concentração média de frutamina sanguínea durante o estudo. * Diferença estatisticamente significativa entre os períodos do estudo ($p < 0,05$).

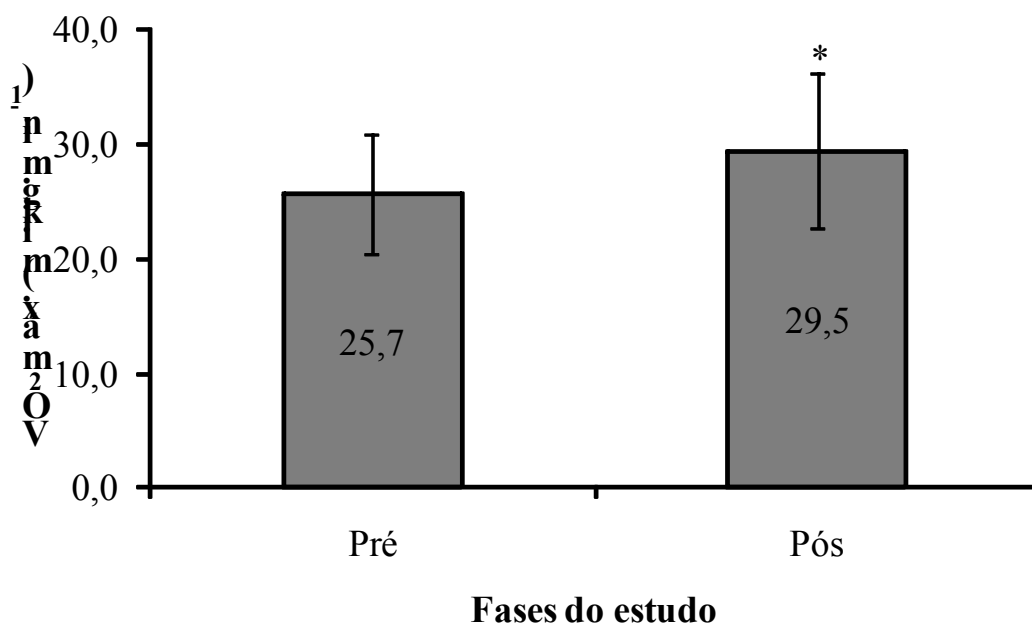


Figura 3 – Consumo de oxigênio máximo ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) (ml.kg.min⁻¹) dos avaliados pré e pós estudo. * Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

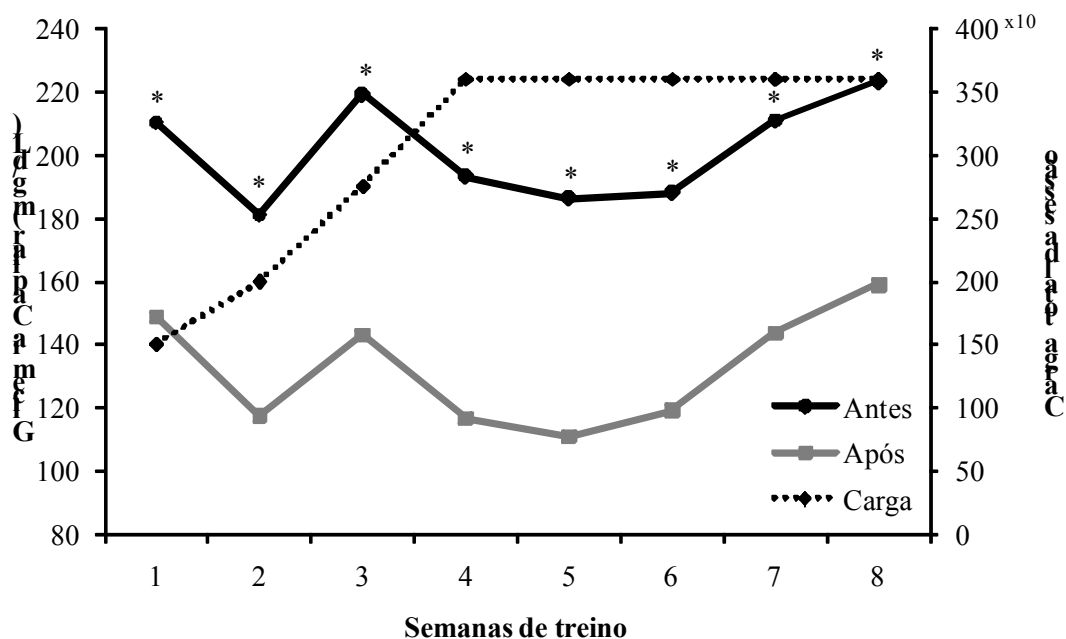


Figura 4 – Glicemia média de três sessões de treino por semana, antes e após o exercício em cicloergômetro e a evolução da carga de treino durante o programa de exercício físico. * Diferença estatisticamente significativa entre as médias das glicemias antes e após os treinos da semana ($p \leq 0,001$).

DISCUSSÃO

As evidências deste estudo suportam a utilização da frutosamina na avaliação do *status* glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de oito semanas de duração. O teste da frutosamina apresentou diminuição de 14,2% da primeira para a quinta semana do estudo (após três semanas de exercícios) e 0,8% da quinta para a décima semana (Figura 1).

Em conjunto, o grupo avaliado não conseguiu atingir os valores de referências (VR) para a normalidade do teste de frutosamina (205 a 285 $\mu\text{mol/L}$). Individualmente, 50% dos avaliados atingiram os VR. Dois participantes atingiram os VR na quinta semana e se mantiveram nessa faixa até o final do estudo enquanto outros dois atingiram os VR na quinta semana, porém não conseguiram mantê-los até o final do estudo. Estes resultados são relevantes na prática clínica, pois a melhora significativa de

15% no *status* glicêmico após oito semanas de exercícios físicos pode contribuir para avaliação da inclusão do exercício físico como terapia adjuvante, em substituição à prescrição de medicamentos adicionais, em pacientes mal controlados.

Estudos^{6, 8, 18-22} tem recomendado o uso da frutossamina para o controle glicêmico em períodos de monitoramento curtos, nos quais podem ocorrer rápidas variações dos níveis glicêmicos. Raz et al.¹¹ estudaram a influência de 12 semanas de exercício físico moderado sobre os parâmetros de controle glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 e detectaram uma redução significativa nos níveis de frutossamina. Estes resultados estão em conformidades com os encontrados no presente estudo e corroboram com a indicação do uso da frutossamina na monitoração do controle glicêmico em períodos curtos de exercício.

Rychlewski e Szczesniak¹⁰ investigando os efeitos do exercício físico regular realizado durante três semanas sobre os níveis de frutossamina em crianças com diabetes tipo 1, encontraram redução nos níveis da frutossamina, além de aumento na sensibilidade a insulina. Apesar de ser em indivíduos com diabetes tipo 1, estes resultados assemelham-se aos do presente estudo com pacientes com diabetes tipo 2, no qual também ocorreu melhora nos níveis da frutossamina.

Contudo, a melhora do controle glicêmico verificada poderia provavelmente ser maximizada com o prosseguimento do programa de exercício físico em conjunto com novos ajustes nas cargas de treino.

A importância do teste de frutossamina como método de avaliação do status glicêmico durante períodos menores de exercícios fica mais evidente quando observados em conjunto ao comportamento da A1C e da GPJ (Tabela 1). Ambos os testes frequentemente utilizados como forma de controle glicêmico não apresentaram

diferenças estatisticamente significativas pré e pós estudo, demonstrando reduzida sensibilidade às alterações benéficas induzidas pelo exercício, como demonstrado pela frutossamina, fato este que pode contribuir para explicar resultados não satisfatórios do exercício sobre o controle glicêmico por vezes verificado na literatura²³.

A A1C reflete o controle glicêmico sobre 2-3 meses, o qual é um período muito longo para identificar alterações sobre controle glicêmico proporcionadas por programas de exercícios físicos de curta duração, como os programas utilizados no estudo de Hom⁶ e no atual estudo. A GPJ por sua vez é variável e pouco correlacionada às médias glicêmicas⁷.

Em estudo²⁴ realizado em um país em desenvolvimento, a utilização da frutossamina apresentou-se como uma boa alternativa para o teste da A1C. Este teste pode ser particularmente adequado para países em desenvolvimento, como o Brasil. No qual o fornecimento de fitas de glicemia capilar não é acessível a pacientes com diabetes tipo 2 não insulinizados, principalmente para avaliar resultados de técnicas de intervenção não medicamentosa, como os exercícios físicos.

As variáveis antropométricas e composição corporal apresentaram tendência de queda, porém não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Estes resultados são corroborados pelo estudo de Boulé et al.²⁵, que realizaram uma metanálise dos efeitos do exercício físico sobre o controle glicêmico e massa corporal em pacientes com diabetes tipo 2, e verificaram que os resultados dos exercícios sobre o controle glicêmico é independente da perda de peso corporal.

Contudo, ressalta-se que a reeducação alimentar é um componente essencial, em conjunto com o exercício físico, para proporcionar uma redução no peso corporal^{2, 26} facilitando a adesão a hábitos cotidianos saudáveis que facilitem o controle glicêmico

em longo prazo. Neste estudo, ao controlar-se somente o exercício físico, pode-se verificar reduções nos valores da glicemia capilar antes e após as sessões de exercício, da ordem de 35%. Esta melhora é um fator que estimula os participantes para a incorporação dos exercícios em sua rotina diária, assim como o aumento da adesão dos pacientes aos programas de exercícios.

Ao analisar o comportamento da GC (Figura 4) pode-se observar que a existência do efeito agudo do exercício sobre os níveis glicêmicos. As reduções dos níveis da GC antes e após exercício durante as oito semanas de exercício foram estatisticamente significantes ($p \leq 0,001$).

Após a quarta semana de exercício, a carga do treino permaneceu constante, pois houve dificuldade em gerar incremento de carga, devido ao fato de pacientes diabéticos possuírem uma reduzida aptidão física⁴. No entanto, mesmo com a manutenção da carga de treino, as reduções da GC semanal após as sessões dos exercícios permaneceram estatisticamente significantes até o final do programa de exercício.

Ao avaliar a evolução da carga de treino em relação aos resultados do teste da frutossamina, verifica-se que os níveis de frutossamina (Figura 2) permaneceram praticamente inalterados após a estabilização da carga de treino. Este fato pode ser explicado pelas adaptações fisiológicas desencadeadas pelo exercício no organismo e evidencia a necessidade de incrementos constantes de carga para garantir a continuidade dos efeitos benéficos do exercício físico sobre o controle glicêmico.

Contudo, mesmo com a dificuldade de gerar incrementos nas cargas de treino após a quarta semana de exercício, os avaliados apresentaram uma melhora na aptidão cardiorrespiratória (Figura 3) com aumentos de 14,8% no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$. Estes resultados

reafirmam que a intensidade utilizada no programa de exercício foi adequada para provocar adaptações fisiológicas.

Em estudo realizado por Rychlewski e Szczesniak¹⁰, os quais submeteram crianças diabéticas a um curto período de intervenção (21 dias) com 20 minutos de exercício em cicloergômetros a uma intensidade equivalente a 35% do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, verificaram alterações significativas no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ medido após o estudo. McGavock et al.⁴ revisaram 23 estudos que descreveram os efeitos do treinamento aeróbico sobre o $\dot{V}O_{2pico}$ em pacientes com diabetes tipo 2. Neste estudo, os autores verificaram que a melhora no $\dot{V}O_{2pico}$ associado ao treinamento aeróbico foi de 13,2%, resultado bastante similar ao encontrado no atual estudo.

As principais limitações do presente estudo foram o número reduzido da amostra devido as dificuldades inerentes em encontrar voluntários com diabetes tipo 2 sem complicações, aptos e dispostos a se submeterem a um programa de exercício físico controlado por oito semanas.

Outra limitação foi a falta de controle sobre a ingestão alimentar, apesar de recomendações para a manutenção de suas dietas habituais serem continuamente reforçadas a todos os participantes durante todo o período de intervenção. Esta limitação foi uma opção, pois mesmo cientes que este fato pode ter influenciado no surgimento de melhores resultados, principalmente na perda de peso corporal, a intenção em se controlar apenas o exercício físico foi manter os participantes sem alterações importantes em sua vida cotidiana, seja na terapia medicamentosa ou ingestão dietética.

Sumarizando, além da eficácia em detectar alterações no perfil glicêmico durante programa de exercício de curta duração, o teste de frutossamina apresenta

vantagens adicionais, como realização em qualquer hora do dia, sem necessidade de jejum, o baixo custo, bem como o fato de já existir aparelhos disponíveis para a monitoração doméstica com validade e acurácia evidenciadas em relação aos testes laboratoriais²⁷. Um aspecto fundamental ao paciente portador de diabetes tipo 2 que deve ser ressaltado é a existência de estudos^{9, 22} associando a queda dos níveis da frutossamina a diminuição dos riscos cardiovasculares e taxas de mortalidade.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo suportam a utilização da frutossamina na avaliação das alterações glicêmicas em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração, alternativamente às tradicionais medidas de A1C e GPJ.

No entanto, sugere-se que novos estudos com grupo amostral maior, controle alimentar e programas de exercício com incrementos constantes da carga de treino, fazendo parte do desenho experimental, sejam realizados com o intuito de replicar os resultados aqui verificados, reforçando assim a utilização desse método de controle glicêmico quando pacientes são submetidos a programas de intervenção com exercício físico, permitindo uma avaliação mais criteriosa dos efeitos alcançados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMIG pelo financiamento da bolsa ao mestrando responsável pelo trabalho e ao FUNARPÓS pelo financiamento dos exames realizados neste estudo. Além disso, agradecemos aos voluntários que gentilmente participaram do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Giaccari A, Sorice G and Muscogiuri G. Glucose toxicity: the leading actor in the pathogenesis and clinical history of type 2 diabetes - mechanisms and potentials for treatment. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2009; 19: 365-77.
2. Standards of medical care in diabetes--2011. *Diabetes Care.* 2011; 34 Suppl 1: S11-61.
3. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care.* 2010; 33: e147-67.
4. McGavock JM, Eves ND, Mandic S, Glenn NM, Quinney HA and Haykowsky MJ. The role of exercise in the treatment of cardiovascular disease associated with type 2 diabetes mellitus. *Sports Med.* 2004; 34: 27-48.
5. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2009; 119: 3244-62.
6. Hom F. Fructosamine, hemoglobin A1c, and measures of diabetic control. *Diabetes Technol Ther.* 1999; 1: 443-5.
7. Liu K, Stamler J, Stamler R, et al. Methodological problems in characterizing an individual's plasma glucose level. *J Chronic Dis.* 1982; 35: 475-85.
8. Klonoff DC. Serum fructosamine as a screening test for type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 2000; 2: 537-9.
9. Misciagna G, De Michele G and Trevisan M. Non enzymatic glycated proteins in the blood and cardiovascular disease. *Curr Pharm Des.* 2007; 13: 3688-95.
10. Rychlewski T and Szczesniak L. [Fructosamine in blood serum, binding and degradation of 125J-insulin by erythrocyte receptors in young persons with type I diabetes--effect of physical exercise]. *Pol Arch Med Wewn.* 1996; 95: 212-7.
11. Raz I, Hauser E and Bursztyn M. Moderate exercise improves glucose metabolism in uncontrolled elderly patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Isr J Med Sci.* 1994; 30: 766-70.
12. Lohman TG, Roche AF and Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
13. WHO. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2003; 916: i-viii, 1-149, backcover.
14. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB and Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol.* 1986; 60: 1327-32.
15. Tanaka H, Monahan KD and Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 37: 153-6.
16. Ekelund U, Franks PW, Sharp S, Brage S and Wareham NJ. Increase in physical activity energy expenditure is associated with reduced metabolic risk independent of change in fatness and fitness. *Diabetes Care.* 2007; 30: 2101-6.
17. Caballero JAR, Manso JMG, Valdivielso MN and Caballero JAR. *Bases Teóricas Del Entrenamiento Deportivo.* 1ª ed. Madrid: S.L. Editorial Gymnos, 1996, p.400.

18. Post EM, Moore JD, Ihrke J and Aisenberg J. Fructosamine levels demonstrate improved glycaemic control for some children attending a diabetes summer camp. *Pediatr Diabetes*. 2000; 1: 204-8.
19. Gomo Z. Serum fructosamine: a parameter for monitoring metabolic control in diabetes. *Cent Afr J Med*. 1992; 38: 358-62.
20. Yahaya IA, Isah HS and Anaja PO. Serum fructosamine in the assessment of glycaemic status in patients with sickle cell anaemia. *Niger Postgrad Med J*. 2006; 13: 95-8.
21. Lindsey CC, Carter AW, Mangum S, et al. A prospective, randomized, multicentered controlled trial to compare the annual glycaemic and quality outcomes of patients with diabetes mellitus monitored with weekly fructosamine testing versus usual care. *Diabetes Technol Ther*. 2004; 6: 370-7.
22. Browner WS, Pressman AR, Lui LY and Cummings SR. Association between serum fructosamine and mortality in elderly women: the study of osteoporotic fractures. *Am J Epidemiol*. 1999; 149: 471-5.
23. Snowling NJ and Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006; 29: 2518-27.
24. Islam N, Akhter J, Kayani N and Khan MA. Fructosamine: an alternative assessment of past glycaemic control in developing countries. *J Pak Med Assoc*. 1993; 43: 238-40.
25. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA and Sigal RJ. Effects of exercise on glycaemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*. 2001; 286: 1218-27.
26. Halle M, Berg A, Garwers U, et al. Influence of 4 weeks' intervention by exercise and diet on low-density lipoprotein subfractions in obese men with type 2 diabetes. *Metabolism*. 1999; 48: 641-4.
27. Edelman SV, Callahan P and Deeb LC. Multisite evaluation of a new diabetes self-test for glucose and glycated protein (fructosamine). *Diabetes Technol Ther*. 2000; 2: 233-8.

5. ARTIGO 4 - Efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis de atividades físicas habituais em diabéticos tipo 2.

Introdução: O exercício físico é um componente importante na promoção de uma melhora significativa da qualidade de vida em pacientes com diabetes tipo 2. Entretanto, existem evidências que questionam os reais benefícios do exercício físico programado. Portanto, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis habituais de atividade física em pacientes com diabetes tipo 2. **Métodos:** O estudo teve duração de doze semanas. Oito voluntários ($51,1 \pm 8,2$ anos) foram submetidos a um programa de exercício físico supervisionado durante oito semanas (3x/semana a 50 a 60 % do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ por 30 a 60 minutos). Medidas da atividade física habitual com acelerômetros triaxial foram realizadas nas semanas 1, 5 e 10 do estudo. Avaliou-se também a composição corporal, $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, hemoglobina glicada (A1C), glicemia plasmática em jejum (GPJ) e frutamina nas semanas 1 e 10 do estudo. A análise estatística foi realizada por testes não paramétricos (Friedman e Wilcoxon) com $p < 0,05$. **Resultados:** A quantidade e a intensidade da atividade física habitual não apresentaram diferenças estatísticas entre os períodos analisados. Contudo, o programa de exercício gerou um aumento significativo de 14,8% ($3,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e diminuição de 15% ($57 \mu\text{mol/L}$) nos níveis de frutamina. **Conclusões:** O programa de exercício não provocou efeitos compensatórios sobre a atividade física habitual total dos avaliados, assim como sobre os níveis de intensidade das atividades físicas entre os períodos do estudo analisados, com benefícios na aptidão cardiorrespiratória e no perfil glicêmico dos pacientes.

Palavras-chave: Diabetes tipo 2, Acelerômetro, Atividade física habitual, Efeitos compensatórios.

ABSTRACT

Introduction: Exercise is an important component in promoting a significant improvement in quality of life in patients with type 2 diabetes. However, there is evidence to question the real benefits of programmed exercise. Therefore, this study aimed to investigate the compensatory effects of aerobic exercise on habitual physical activity levels in patients with type 2 diabetes. **Methods:** The study lasted twelve weeks. Eight volunteers (51.1 ± 8.2 years) underwent a supervised exercise program for eight weeks (3 times/week, 50-60% of $\dot{V}O_{2\max}$ for 30-60 min.). Measures of physical activity with triaxial accelerometers were performed at weeks 1, 5 and 10 of the study. Was also assessed the body composition, $\dot{V}O_{2\max}$, A1C, FPG and fructosamine at weeks 1 and 10 of the study. Statistical analysis was performed by nonparametric tests (Friedman and Wilcoxon) with $p < 0.05$. **Results:** The amount and intensity physical activity did not differ between periods. However, the exercise program generated a significant increase of 14.8% ($3.8 \text{ mL.kg.min}^{-1}$) in $\dot{V}O_{2\max}$ and decrease of 15% ($57 \text{ }\mu\text{mol/L}$) in fructosamine level. **Conclusions:** The exercise program used did not cause compensatory effects on total physical activity measured, as well as on the intensity levels of physical activity between the study periods analyzed, although improved cardiorespiratory fitness and glycemic control of patients.

Keywords: Type 2 diabetes, Accelerometer, Physical activity, compensatory effects.

INTRODUÇÃO

O exercício físico é um componente importante na promoção de uma melhora significativa da qualidade de vida em pacientes com diabetes tipo 2, por incrementos no gasto energético total, e proporcionando conseqüentemente, um melhor controle glicêmico¹. Além disso, seus efeitos desencadeiam reduções significativas nos fatores de risco cardiovasculares, nas taxas de mortalidade e possíveis diminuições nas doses dos medicamentos hipoglicemiantes^{2,3}.

Entretanto, existem controvérsias sobre os reais benefícios do exercício físico programado no aumento do gasto energético total^{4,5}. Para certas pessoas, o simples fato de ingressarem em um programa de exercícios físicos provoca uma diminuição dos níveis de atividades físicas habituais (atividades físicas cotidianas não relacionadas ao exercício)⁴. Este fato é proporcionado via estímulos compensatórios, os quais promovem uma queda no gasto energético total, por meio de reduções nas atividades físicas habituais e de lazer^{4,5}. Muitas vezes, tal mecanismo compensatório mascara os reais efeitos dos exercícios, reduzindo o impacto destas atividades sobre o metabolismo energético⁶.

A existência de efeitos compensatórios em pessoas que ingressam em programas de exercícios físicos tem sido demonstrada⁴. Estes efeitos atuam de diversas formas, como ajustes no gasto energético a fim de economizar energia, alteração do apetite estimulando o aumento na ingestão de alimentos e até provocando mudanças nos comportamentos das pessoas, as quais passam a reduzir as atividades físicas habituais, assumindo um comportamento mais sedentário^{4,5,7}.

Portanto, estudos^{4,5,8,9} tem sido realizado afim de investigar os padrões de atividades físicas habituais como forma de elevar o gasto energético total, o qual é

composto por três componentes principais: taxa metabólica basal, efeito térmico do alimento e termogênese da atividade física. Destes três componentes, a termogênese da atividade física é a mais variável, pois inclui a termogênese da atividade relacionada aos exercícios físicos e a termogênese relacionada às atividades físicas habituais (atividades de não-exercício) como, por exemplo: caminhar para o trabalho, subir escadas, lavar o carro, cuidar do jardim, etc⁷.

Medidas objetivas das atividades físicas habituais vêm sendo amplamente realizadas com a utilização de sensores de movimentos como pedômetros e acelerômetros. Estes últimos dispositivos medem o movimento corporal em termo de aceleração, os quais são adequados para estimar a intensidades das atividades físicas¹⁰⁻¹².

Contudo, não foram encontrados na literatura estudos investigando os efeitos compensatórios dos exercícios em pacientes com diabetes tipo 2. Este fato, demonstra a necessidade de se aprofundar o conhecimento sobre este assunto em pessoas diabéticas. Portanto, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis de atividades físicas habituais em diabéticos tipo 2.

MÉTODOS

Participantes

Os participantes deste estudo foram recrutados através de anúncios na mídia da cidade de Viçosa, Minas Gerais e selecionados pelos seguintes critérios de inclusão: a) Ter diabetes tipo 2 diagnosticado através do critério da *American Diabetes Association* (ADA)³; b) Não possuir complicações decorrentes do diabetes (Doenças Cardiovasculares, neuropatia, retinopatia e nefropatia); c) Não ter praticado exercícios

físicos com orientação profissional nos últimos 2 meses anteriores ao início do programa; d) Concordarem em não realizar outros tipos de exercícios físicos programados com orientação profissional além dos executados no programa durante o estudo.

Vinte voluntários se inscreveram para participar do estudo, dos quais quinze passaram pelos critérios de seleção. Após reunião para explicar todos os procedimentos do estudo, onze confirmaram a participação. Após a primeira semana de estudo um participante foi excluído, por impedimento na realização de exercícios físicos devido a ulceração em um dos pés. Outros dois voluntários desistiram durante o programa de exercícios por razões pessoais. Finalmente, oito voluntários (idade média de $51,1 \pm 8,2$ anos; tempo de diagnóstico: $5,1 \pm 4,6$ anos), dos quais quatro eram mulheres, compuseram a amostra final do estudo. Todos os participantes usavam medicamentos antidiabéticos orais (todos com metformina, um com insulina e outro com glimepirida - sulfoniluréia).

Todos os voluntários submetidos ao programa de intervenção possuíam a liberação de seus respectivos médicos para a prática de exercícios físicos aeróbicos de intensidade moderada. As informações detalhadas sobre todos os procedimentos realizados neste estudo foram fornecidas aos participantes e os termos de consentimentos foram obtidos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.

Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

As medidas antropométricas foram realizadas no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da Universidade Federal de Viçosa por um avaliador treinado. As medidas de peso e estatura e circunferência de cintura foram realizadas em

equipamentos calibrados utilizando-se a padronização descrita por Lohman e cols.¹³. O índice de massa corporal foi calculado e analisado segundo orientações da *World Health Organization* (WHO)¹⁴. A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do aparelho *Body Composition Analyser*¹⁵ [ENREF_15](#) (BIA 310 bioimpedance analyzer, Biodynamics Corp.).

Exames Bioquímicos

A coleta de amostra de sangue foi realizada após jejum de 8 horas por um bioquímico treinado, utilizando a técnica de coleta a vácuo em tubos com EDTA-K₃ para hematologia (A1C e glicose plasmática de jejum) e tubos com acelerador de coágulo (SiO₂) e gel separador para sorologia (Frutosamina). As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, utilizando os seguintes métodos: a) A1C: HPLC (*High performance liquid chromatography*), em coluna de troca iônica e afinidade, pelo aparelho VARIANT II System (Bio-Rad Laboratories, Inc., USA) com valor de referência (VR) para normalidade $\leq 6,5\%^3$; b) Frutosamina: teste colorimétrico com redução do azul de nitrotetrazólio (NBT) pelo aparelho Modular (Roche), tendo como VR 205 a 285 $\mu\text{mol/L}$ e c) GPJ: método glicose oxidase em aparelho Cobas Mira Plus (Roche), VR para diabetes $\geq 126 \text{ mg/dL}$ ($7,0 \text{ mmol/L}$)³.

Atividade Física Habitual

A atividade física habitual foi medida pelo acelerômetro Actigraph GT3X (Actigraph, Pensacola, FL, USA), instrumento validado¹⁶ e amplamente utilizado em estudos dessa natureza^{10, 17-20}. O Actigraph GT3X é um acelerômetro triaxial com dimensões 3,8 cm x 3,7 cm x 1,8 cm, peso de 27 g e capacidade de armazenamento 16MB ou 400 Dias. Os voluntários usaram o acelerômetro presos com uma cinta

elástica do lado direito da cintura, durante três dias consecutivos^{12, 21} (dois dias de semana e um dia de final de semana), exceto em atividades na água ou durante o sono. Os períodos de coleta de dados da atividade física habitual com os acelerômetros são expostos na figura 1.

Os dados foram gravados em intervalos de 60 segundos e analisados pelo software Actilife v. 4.3.0 (Actigraph, Pensacola, FL, USA). A atividade física total é expressa em contagens por minuto (counts.min⁻¹). A intensidade da atividade física foi subdividida de acordo com os counts em cinco categorias: sedentária (< 100 counts), baixa (101 – 1.952 counts), moderada (1.953 – 5.724 counts), alta (5.725 – 9.498 counts) e muito alta (> 9.498 counts)^{17, 22}. Os counts registrados durante as sessões de exercício foram descartados para a análise.

Os dados foram ajustados para o tempo médio acordado dos avaliados (17 horas). Para realizar os ajustes dos counts.min⁻¹ utilizou-se a seguinte equação: counts.min⁻¹ ajustados = (counts.min⁻¹ do dia) x (17 x 60 ÷ tempo total do dia em minutos), adaptado de Andersen e cols.²⁰. Os ajustes das intensidades para o mesmo período de tempo foi realizado através da equação: Tempo estimado (min) = (minutos real na categoria da intensidade x 1020) ÷ (hora do dia x 60).

Aptidão cardiorrespiratória

A capacidade cardiorrespiratória dos participantes foi mensurada por meio do Analisador de Gases Metabólicos VO2000 (Medical Graphics Corporation) e analisadas pelo software Aerograph 4.3 (Medical Graphics Corporation). Os testes foram realizados em um cicloergômetro (ISO1000, SCIFIT Corporate Headquarters) utilizando um protocolo em rampa, com incrementos de carga a cada minuto, no qual os voluntários eram estimulados a atingir 85% da frequência cardíaca (FC) máxima

estimada pela equação $FC_{\text{máx.}} = 208 - (\text{idade} \times 0,7)$ proposta por Tanaka e cols.²³. Por motivo de segurança, ao atingir 85% da FC máxima o teste era interrompido e equações individuais para a estimativa do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) foram formuladas por regressão linear utilizando-se os valores da FC (bpm) e do $\dot{V}O_2$ (ml.kg.min^{-1}) obtido durante os testes²⁴, através do software SigmaPlot Version 11.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA).

Protocolo

O estudo teve duração de doze semanas, das quais oito semanas foram de intervenção com exercício físico (Fig. 1). Os exercícios foram realizados no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da Universidade Federal de Viçosa, utilizando cicloergômetros (Cycle 167, 2001, ERGO-FIT). Os exercícios foram realizados três vezes por semana ao longo de oito semanas consecutivas. Durante o estudo, a duração das sessões variou de 30 a 60 minutos e as intensidades variaram de 50 a 60% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ dos indivíduos (Fig. 1).

As sessões de treino eram divididas em três etapas: aquecimento, parte principal e volta a calma, sendo que o aquecimento e volta a calma sempre tiveram duração de cinco minutos cada. O controle da intensidade com base no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ foi realizado pela monitoração da FC correspondente, com ajuda do monitor de FC (Polar RS800CX, Finlândia).

Os participantes foram orientados a pedalar a uma velocidade média de 20 km/h durante toda a sessão e a carga em watts do ergômetro foi elevada até atingir a FC alvo com base na % $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ para a sessão específica. No entanto, se algum participante apresentasse fadiga periférica, ocorreria diminuição da carga em watts do ciclo e a

velocidade seria aumentada, com objetivo de se manter a carga fisiológica (FC) necessária. Não houve controle sobre a ingestão alimentar dos avaliados, e estes foram orientados a manter suas dietas habituais durante todo o período de intervenção. A análise da atividade física habitual foi realizada nas semanas 1,8 e 12 (Fig. 1).

Semanas	1 ^{Ac}	2 ^{Av}	3	4	5	6	7	8 ^{Ac}	9	10	11 ^{Av}	12 ^{Ac}
Período de exercício			Exercício									
Intensidades			50	50	55	60	60	60	60	60		
Duração/Sessão			30	40	50	60	60	60	60	60		

Fig. 1 – Evolução do estudo. Legenda: Ac = Acelerometria; Av = Avaliação (Antropometria e Composição Corporal, Exames Bioquímicos e Aptidão cardiorrespiratória); Intensidades = % $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e Duração/Sessão = Minutos.

Estatística

Todas as variáveis passaram pelo teste de normalidade (Shapiro-Wilk), entretanto, devido ao tamanho da amostra optou-se pela utilização de testes não paramétricos. Os resultados são apresentados em média (\bar{x}), desvio-padrão (DP), mediana (Md) e em porcentagem. O Teste de Friedman foi usado para avaliar a atividade física habitual entre os períodos do estudo. Para as comparações pré e pós estudo foi utilizado o Teste de Wilcoxon. O nível de significância adotados nos testes foi de 5%. Os testes estatísticos foram realizados pelo software SigmaPlot Version 11.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

As variáveis antropométricas, composição corporal, A1C e GPJ não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os períodos pré e pós estudo (Tab.1). Ao avaliar o IMC, segundo a classificação da *World Health Organization*

(WHO)¹⁴ os participantes encontravam-se em um estado de obesidade classe I, confirmado pela elevada porcentagem de gordura corporal aferida pela técnica de bioimpedância.

Tab. 1 – Características dos participantes pré e pós estudo.

Variáveis	Pré (n = 8)		Pós (n = 8)	
	$\bar{x} \pm DP$	Md	$\bar{x} \pm DP$	Md
Peso (kg)	83,7 ± 17,1	79,1	83,2 ± 17,7	78
IMC (kg/m²)	30,2 ± 6,4	28,1	29,8 ± 6,2	28
C/C (cm)	102,6 ± 12,0	98,2	97,5 ± 20,1	100
% Gord.	33,4 ± 6,3	33,3	32,4 ± 5,9	31,7
A1C (%)	8,9 ± 1,6	9,2	8,3 ± 1,8	8,7
Frutosamina (µmol/L)	379,6 ± 92,0	365,5	323 ± 69,4	322,5*
GPJ (mg/dL)	192,2 ± 73,9	193,5	176,7 ± 55,1	194,5
ṂO₂máx (ml.kg.min⁻¹)	25,7 ± 5,1	25,1	29,5 ± 6,6	27,3*

*Diferença estatisticamente significativa pré e pós estudo. (Teste de Wilcoxon, $p < 0,05$). Legenda: IMC = Índice de massa corporal; C/C = Circunferência de cintura; % Gord. = Porcentagem de gordura; A1C = Hemoglobina glicada; GPJ = Glicose plasmática de jejum e ṂO₂máx = Consumo de oxigênio máximo. Os dados são apresentados em média (\bar{x}) ± desvio-padrão (DP) e Mediana (Md).

A quantidade de atividade física habitual não apresentou diferenças estatisticamente significativas (Fig. 2). Também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na análise das intensidades das atividades (Fig. 3).

Durante os períodos analisados, não houve registro de atividades físicas nas categorias de intensidade alta (5.725 – 9.498 counts) e muito alta (> 9.498 counts). Portanto, verifica-se que a maior parte (66%, 68% e 67% nos períodos pré, durante e pós estudo, respectivamente) do tempo acordado dos avaliados são considerados como atividade sedentária (< 100 counts) e que somente 4% do tempo acordado (em ambos os períodos do estudo) são gastos em atividades consideradas moderadas (1.953 – 5.724 counts).

Diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) foram encontradas na análise do consumo máximo de oxigênio e nas concentrações sanguíneas de frutamina pré e pós estudo (Tab.1).

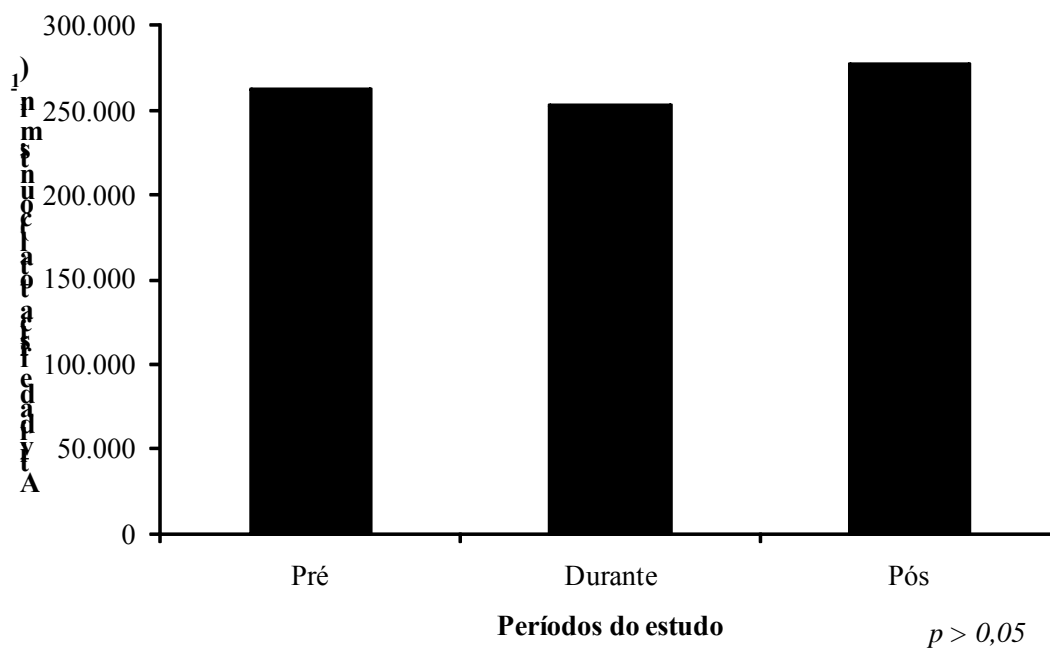


Fig. 2 – Mediana da atividade física total (counts.min⁻¹) por dia em cada período do estudo. Teste de Friedman.

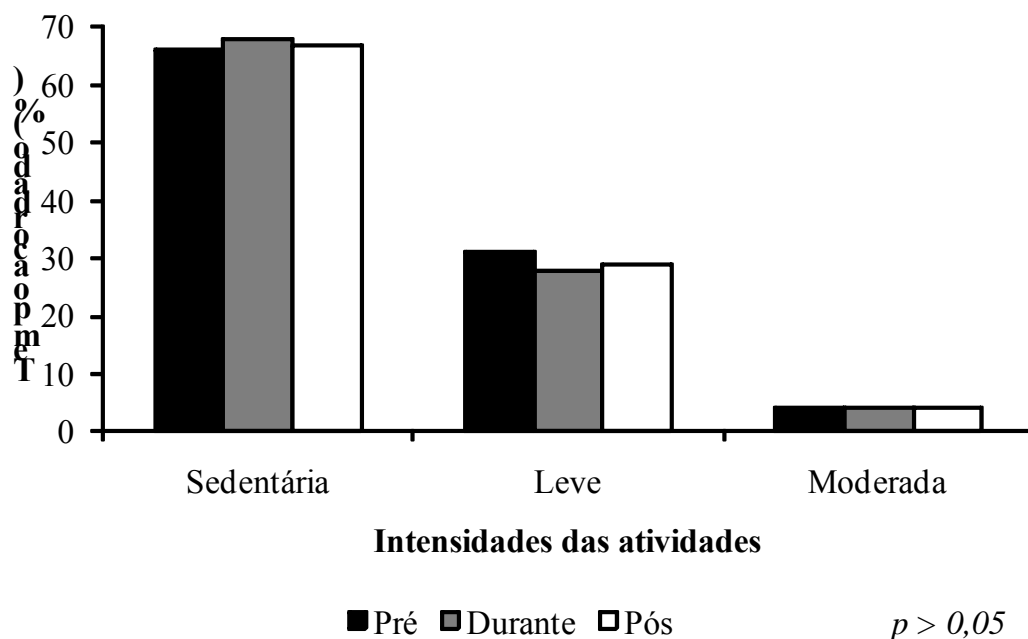


Fig. 3 – Distribuição das porcentagens do tempo acordado por dia dos avaliados em cada categoria de intensidade de atividade física habitual nos períodos de coleta do estudo. Teste de Friedman.

DISCUSSÃO

O presente estudo é o primeiro a investigar os efeitos compensatórios do exercício aeróbico sobre os níveis de atividade física habitual em pacientes com diabetes tipo 2. No entanto, os resultados demonstraram que o programa de exercício utilizado não provocou efeitos compensatórios sobre a atividade física habitual dos avaliados, assim como sobre os níveis de intensidade das atividades físicas entre os períodos analisados (Fig. 2 e 3).

Meijer e cols.⁸ examinaram os efeitos de 12 semanas de treinamento físico sobre a atividade física habitual em idosos usando acelerômetros triaxial, demonstrando que quando submetidos a atividade física de intensidade moderada, houve melhora da aptidão física e diminuição na atividade física habitual. Estes dados em partes são concordantes com os do presente estudo, visto que os pacientes diabéticos apresentaram

uma melhora na aptidão física demonstrada pelo $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, no entanto, não ocorreram alterações nos níveis de atividade física habitual. Essa diferença entre os resultados destes estudos pode ter sido influenciada pela elevada proporção de atividades físicas habituais consideradas sedentárias, exibidas inicialmente pelos pacientes do presente estudo.

Tem sido sugerido que as alterações nas atividades físicas habituais sejam influenciadas pela intensidade dos exercícios⁶. No entanto, no presente estudo a intensidade utilizada no programa de exercício foi de acordo com as recomendações para pacientes com diabetes²⁵. Os resultados encontrados demonstram efeitos benéficos no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e na concentração da frutossamina, a qual tem sido sugerida como melhor medida do controle glicêmico em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos em programa de exercícios de curta duração²⁶.

Estudo realizado com garotos obesos investigou se um programa de exercícios físicos (4 semanas de exercício, 5 vezes por semana, com duração de uma hora por sessão, sendo 45 min. de ciclismo por semana a 50-60% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ predeterminado) modificava o gasto energético pela redução ou aumento nas atividades físicas habituais. Os padrões de atividade física habitual foram analisados através do monitoramento da frequência cardíaca por um período de 12h. Os autores concluíram que o programa de exercício levou a um aumento no gasto energético total dessas crianças obesas, no entanto, não encontraram nenhuma mudança na quantidade de atividade física habitual⁹.

Van Etten e cols.²⁷ examinaram o efeito de 18 semanas de um programa de treinamento com peso sobre a taxa metabólica diária em adultos. Foi analisada a composição corporal, a taxa metabólica do sono, a ingestão alimentar, o gasto

energético do programa de exercício e a atividade física habitual através de acelerômetros triaxial. Neste estudo, os autores também encontraram um aumento na taxa metabólica diária, porém sem nenhuma alteração na atividade física habitual. Portanto, estes resultados suportam os encontrados no presente estudo.

Em relação aos níveis de intensidades das atividades físicas habituais, também não foram demonstradas diferenças entre as categorias durante os períodos analisados (Fig. 2). Os pacientes diabéticos demonstraram que gastam a maior parte (66%, 68% e 67% nos períodos pré, durante e pós estudo, respectivamente) do tempo acordado em atividades consideradas sedentárias (< 100 counts) e que somente 4% do tempo acordado (em ambos os períodos do estudo) é gasto em atividades consideradas moderadas (1.953 – 5.724 counts).

Estes resultados demonstram que os pacientes já iniciaram o estudo com uma proporção do tempo de atividades sedentárias elevadas. Portanto, este fato pode ter influenciado na não observação de efeitos compensatórios, como por exemplo, a redução dos níveis de atividade física habitual de intensidade moderada. Tal resultado pode ser interessante, visto que as melhoras no controle glicêmico e no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ observadas, podem servir como incentivo para o aumento da prática de atividade física.

Os resultados do presente estudo com relação às intensidades das atividades físicas habituais são similares a estudos de características epidemiológicas^{17, 19}. Matthews e cols.¹⁷ que investigaram a quantidade de tempo gasta em comportamento sedentário, utilizando acelerômetros e concluíram que os americanos passam a maior parte do tempo acordado em comportamento que gastam muito pouca energia. Metzger e cols.¹⁹ avaliaram os padrões de atividade física entre adultos através da acelerometria e também concluíram que a população americana pode ser classificada dentro de

padrões de atividade física que representam baixos níveis de atividade física de intensidade moderada-vigorosa. Esta condição é preocupante, pois proporciona o surgimento de doenças como obesidade²⁸, diabetes²⁹ além de complicações cardiovasculares³⁰.

Em contraste, estudo realizado na população chinesa³¹, o qual tinha como objetivo estimar a associação do nível de atividade física com síndrome metabólica, verificou através de recordatório de atividade física, que a proporção de pessoas consideradas sedentárias, baixo ativa, ativa e muita ativa foram 12,3%, 13,7%, 20,1% e 53,9% respectivamente. No entanto, apesar destes dados serem derivados de medidas de atividade física subjetivas, eles apresentam importantes diferenças com relação aos resultados encontrados em populações ocidentais e também no presente estudo, caracterizando dessa forma, a influência dos diferentes estilos de vida adotados em cada população.

Por outro lado, os diabéticos deste estudo demonstraram que gastam 31%, 28% e 29% do tempo acordado nos períodos pré, durante e pós estudo respectivamente em atividades de intensidade leve. Estes resultados alertam para a necessidade de uma mudança no estilo de vida, nos quais os diabéticos possam trocar a sua rotina sedentária por atividades físicas, no mínimo, de intensidades leves. Estudos realizados em sujeitos diabéticos³² e não diabéticos^{18, 33, 34} têm demonstrado os efeitos benéficos das atividades físicas leves para a melhora do perfil glicêmico e da qualidade de vida.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas. O reduzido tamanho amostral limita o poder de extrapolação dos presentes resultados. Tal fato ocorreu devido as dificuldades inerentes em encontrar voluntários com diabetes tipo 2 sem complicações e aptos a se submeterem a um programa de exercício físico controlado por

oito semanas. Outra limitação foi a falta de controle sobre a ingestão alimentar, apesar de recomendações para a manutenção de suas dietas habituais serem continuamente reforçadas a todos os participantes durante todo o período de intervenção.

Entre os pontos fortes deste estudo, destaca-se o uso da medida objetiva da atividade física habitual por meio de acelerômetros triaxial. Estes monitores de atividade física são amplamente validados¹⁶ e frequentemente utilizados em estudos de intervenção para quantificar mudanças pré-pós e em investigações epidemiológicas para distinguir mudanças nos padrões de comportamento sedentário¹⁷. Além disso, estes dispositivos possibilitam a análise dos padrões das atividades em classificações de intensidade²². Outro ponto forte de nosso estudo é o desenho longitudinal para verificar mudanças nos padrões de comportamento dos avaliados através de um programa de exercício físico de dez semanas.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que o programa de exercício utilizado não provocou efeitos compensatórios sobre a atividade física habitual dos avaliados, assim como sobre os níveis de intensidade das atividades físicas entre os períodos analisados, contudo, foi suficiente para promover melhoras no $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e nas concentrações sanguíneas de frutamina.

Novos estudos são necessários para verificar se exercícios aeróbios em intensidades diferentes das aqui utilizadas, bem como exercícios com outras características, induzem a mecanismos compensatórios sobre os níveis habituais de atividade física em diabéticos tipo 2.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMIG pelo financiamento da bolsa ao mestrando responsável pelo trabalho e ao FUNARPOS pelo financiamento dos exames realizados neste estudo. Além disso, agradecemos aos voluntários que gentilmente participaram do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 2010; 33: e147-67.
2. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009; 119: 3244-62.
3. Standards of medical care in diabetes--2011. *Diabetes Care*. 2011; 34 Suppl 1: S11-61.
4. King NA, Caudwell P, Hopkins M, et al. Metabolic and behavioral compensatory responses to exercise interventions: barriers to weight loss. *Obesity (Silver Spring)*. 2007; 15: 1373-83.
5. King NA, Hopkins M, Caudwell P, Stubbs RJ and Blundell JE. Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss. *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32: 177-84.
6. Goran MI and Poehlman ET. Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons. *Am J Physiol*. 1992; 263: E950-7.
7. Levine JA. Non-exercise activity thermogenesis (NEAT). *Nutr Rev*. 2004; 62: S82-97.
8. Meijer EP, Westerterp KR and Verstappen FT. Effect of exercise training on total daily physical activity in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999; 80: 16-21.
9. Blaak EE, Westerterp KR, Bar-Or O, Wouters LJ and Saris WH. Total energy expenditure and spontaneous activity in relation to training in obese boys. *Am J Clin Nutr*. 1992; 55: 777-82.
10. Hagstromer M, Oja P and Sjostrom M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39: 1502-8.
11. Chen KY and Bassett DR, Jr. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37: S490-500.
12. Corder K, Brage S and Ekelund U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007; 10: 597-603.

13. Lohman TG, Roche AF and Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
14. WHO. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2003; 916: i-viii, 1-149, backcover.
15. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB and Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol*. 1986; 60: 1327-32.
16. Melanson EL, Jr. and Freedson PS. Validity of the Computer Science and Applications, Inc. (CSA) activity monitor. *Med Sci Sports Exerc*. 1995; 27: 934-40.
17. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *Am J Epidemiol*. 2008; 167: 875-81.
18. Buman MP, Hekler EB, Haskell WL, et al. Objective light-intensity physical activity associations with rated health in older adults. *Am J Epidemiol*. 2010; 172: 1155-65.
19. Metzger JS, Catellier DJ, Evenson KR, Treuth MS, Rosamond WD and Siega-Riz AM. Patterns of objectively measured physical activity in the United States. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40: 630-8.
20. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet*. 2006; 368: 299-304.
21. Colley R, Gorber SC and Tremblay MS. Quality control and data reduction procedures for accelerometry-derived measures of physical activity. *Health Rep*. 2010; 21: 63-9.
22. Freedson PS, Melanson E and Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 1998; 30: 777-81.
23. Tanaka H, Monahan KD and Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37: 153-6.
24. Ekelund U, Franks PW, Sharp S, Brage S and Wareham NJ. Increase in physical activity energy expenditure is associated with reduced metabolic risk independent of change in fatness and fitness. *Diabetes Care*. 2007; 30: 2101-6.
25. Belotto MF, Magdalon J, Rodrigues HG, et al. Moderate exercise improves leucocyte function and decreases inflammation in diabetes. *Clin Exp Immunol*. 2010; 162: 237-43.
26. Hom F. Fructosamine, hemoglobin A1c, and measures of diabetic control. *Diabetes Technol Ther*. 1999; 1: 443-5.
27. Van Etten LM, Westerterp KR, Verstappen FT, Boon BJ and Saris WH. Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. *J Appl Physiol*. 1997; 82: 298-304.
28. Metallinos-Katsaras ES, Freedson PS, Fulton JE and Sherry B. The association between an objective measure of physical activity and weight status in preschoolers. *Obesity (Silver Spring)*. 2007; 15: 686-94.
29. Meisinger C, Lowel H, Thorand B and Doring A. Leisure time physical activity and the risk of type 2 diabetes in men and women from the general population. The MONICA/KORA Augsburg Cohort Study. *Diabetologia*. 2005; 48: 27-34.
30. Woolf K, Reese CE, Mason MP, Beard LC, Tudor-Locke C and Vaughan LA. Physical activity is associated with risk factors for chronic disease across adult women's life cycle. *J Am Diet Assoc*. 2008; 108: 948-59.

31. Ma G, Luan D, Li Y, et al. Physical activity level and its association with metabolic syndrome among an employed population in China. *Obes Rev.* 2008; 9 Suppl 1: 113-8.
32. Manders RJ, Van Dijk JW and van Loon LJ. Low-intensity exercise reduces the prevalence of hyperglycemia in type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 219-25.
33. Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, et al. Objectively measured light-intensity physical activity is independently associated with 2-h plasma glucose. *Diabetes Care.* 2007; 30: 1384-9.
34. Schmidt MD, Pekow P, Freedson PS, Markenson G and Chasan-Taber L. Physical activity patterns during pregnancy in a diverse population of women. *J Womens Health (Larchmt).* 2006; 15: 909-18.

6. CONCLUSÕES GERAIS

A condução dos quatro estudos possibilitou as seguintes conclusões:

- a) Evidenciou-se que o uso do treinamento de resistência está se tornando mais frequente no controle do diabetes tipo 2. O número de estudos RCTs utilizando treinamento de resistência aumentou nesta última década, e atualmente tem sido tão usado quanto os populares exercícios aeróbicos.
- b) A maioria dos estudos revisados tem usado como intervenção, a combinação de exercícios aeróbicos com os exercícios de resistência;
- c) O FINDRISC pode ser uma ferramenta eficaz para identificar indivíduos brasileiros com intolerância a glicose, os quais têm alto risco de desenvolver diabetes tipo 2. Quando aplicados nos cuidados primários à saúde, o FINDRISC ajudaria os profissionais da saúde na tomada de decisão em relação à realização de investigações clínicas e a adoção de medidas preventivas;
- d) A utilização da frutossamina é suportada pelos resultados para a avaliação das alterações glicêmicas em pacientes com diabetes tipo 2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração, alternativamente às tradicionais medidas de A1C e GPJ.
- e) O programa de exercício utilizado não provocou efeitos compensatórios sobre a atividade física habitual dos avaliados, assim como sobre os níveis de intensidade das atividades físicas entre os períodos analisados.


No entanto, com o intuito de sanar algumas limitações encontradas nos estudos, sugerimos que novas pesquisas sejam realizadas em um grupo amostral maior, adicionado ao controle da ingestão alimentar, além de programas de exercício com incrementos constantes da carga de treino. Portanto, através de novas pesquisas poderá realizar-se uma avaliação mais criteriosa dos resultados aqui alcançados.

Contudo, destacamos a aplicabilidade dos estudos realizados, visto que por meio do artigo revisão é permitido a identificação rápida das abordagens de treinamentos físicos utilizados em pacientes com DM2. Com o estudo seguinte, validamos um questionário alto-aplicável para identificar pessoas com alto risco de desenvolver diabetes, o que torna viável a sua utilização pelo sistema público de saúde brasileiro.

No terceiro estudo, constamos a utilização da frutossamina na avaliação do perfil glicêmico em pacientes com DM2 submetidos a um programa de exercício físico de curta duração. o teste de frutossamina apresenta vantagens adicionais, como realização em qualquer hora do dia, sem necessidade de jejum, o baixo custo, bem como o fato de já existir aparelhos disponíveis para a monitoração doméstica com validade e acurácia evidenciadas em relação aos testes laboratoriais.

E por fim, no último estudo desta dissertação, demonstramos que o programa de exercício utilizado não provocou efeitos compensatórios sobre a atividade física habitual dos avaliados, assim como sobre os níveis de intensidade das atividades físicas entre os períodos analisados. Com este fato, verificamos que pacientes com DM2 devem mudar seu estilo de vida, tornando se cada vez mais ativo fisicamente.

7. ANEXOS



Universidade Federal de Viçosa
Ensino, Pesquisa e Extensão para a Sociedade Brasileira

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DIABETES TIPO 2

Circule a alternativa correta e somar seus pontos.

1. Idade

0 p. Menos de 45 anos
2 p. 45–54 anos
3 p. 55–64 anos
4 p. Mais de 64 anos

2. Índice de massa corporal.
(Consulte o verso do questionário)

0 p. Menor que 25 kg/m²
1 p. 25–30 kg/m²
3 p. Maior que 30 kg/m²

3. Medida da circunferência da cintura.
(geralmente no nível do umbigo)

	HOMEM	MULHER
0 p.	Menor que 94 cm	Menor que 80 cm
3 p.	94–102 cm	80–88 cm
4 p.	Maior que 102 cm	Maior que 88 cm

6. Alguma vez você já tomou regularmente medicação para pressão arterial elevada?

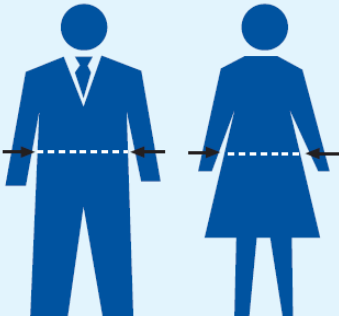
0 p. Não
2 p. Sim

7. Você já teve glicemia sanguínea elevada (ex: em exame de saúde, durante uma doença ou gravidez)?

0 p. Não
5 p. Sim

8. Tem algum membro imediato de sua família ou outro parente diagnosticado com diabetes (tipo 1 ou tipo 2)?

0 p. Não
3 p. Sim: Avós, tias, tios ou primos
5 p. Sim: Pais, irmão, irmã ou filhos



4. Você costuma ter diariamente pelo menos 30 minutos de atividade física no trabalho e ou durante o tempo de lazer (incluindo a diária normal)?

0 p. Yes
2 p. No

5. Quantas vezes você come legumes, frutas ou vegetais?

0 p. Todos os dias
1 p. Nem todos os dias

Pontuação de Risco Total

O risco de desenvolver diabetes type 2 em 10 anos é:

Menor que 7	Baixo: estimado 1 em 100 desenvolverá a doença
7–11	Ligeiramente elevado: estimado 1 em 25 desenvolverá a doença
12–14	Moderado: estimado 1 em 6 desenvolverá a doença
15–20	Alto: estimado 1 em 3 desenvolverá a doença
Maior que 20	Muito alto: estimado 1 em 2 desenvolverá a doença

Por favor, vire a página

O QUE VOCÊ PODE FAZER PARA DIMINUIR SEU RISCO DE DESENVOLVER DIABETES TIPO 2?

Por outro lado, o resto dos fatores predisponentes ao diabetes, tais como sobrepeso, obesidade abdominal, estilo de vida, sedentarismo, hábitos alimentares e o fumo, são modificáveis. Suas escolhas de estilo de vida podem evitar completamente o diabetes tipo 2, ou pelo menos atrasar o seu início até uma idade muito maior.

Se houver diabetes em sua família, você deve ser mais cuidadoso e não ganhar peso ao longo dos anos. Aumento da circunferência da cintura, em particular, aumenta o risco de diabetes, enquanto a atividade física moderada regular irá reduzir o risco. Você também deve prestar atenção à sua dieta: ter o cuidado de comer produtos de cereais e vegetais ricos em fibra, se possível todos os dias. Evitar o excesso gorduras sólidas em sua dieta e favorecer gorduras vegetais.

Os estágios iniciais do diabetes tipo 2 raramente causam sintomas. Se você marcou 12-14 pontos no teste de Risco, é aconselhado que você aumente o seu nível de atividade física e melhore seus hábitos alimentares. Fique atento ao seu peso, para prevenir-se de desenvolver o diabetes. Entre em contato com uma enfermeira de saúde pública ou o seu próprio médico para mais orientações e testes.

Se você marcou 15 pontos ou mais no teste de risco, você deve medir sua glicemia (tanto o valor de jejum quanto o valor após uma dose de glicose ou uma refeição) para determinar se você tem diabetes sem sintomas.

ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

O índice de massa corporal é utilizado para avaliar se uma pessoa tem peso normal ou não. O índice é calculado dividindo o peso corporal (kg) pelo quadrado da estatura (m). Por exemplo, se a sua altura é de 1,65 m e seu peso 70 kg, o seu índice de massa corporal será $70 / (1,65 \times 1,65)$, ou 25,7.

Se o seu índice de massa corporal é de 25-30, você deve perder peso, ou pelo menos deve tomar cuidado para que seu peso não aumente além disso. Se o seu índice de massa corporal é superior a 30, os efeitos adversos para a saúde da obesidade vão começar a aparecer, e será essencial a perda de peso.

QUADRO DE ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

↑ Altura (cm)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																					
200	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																					
198	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																					
196	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																					
194	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																					
192	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
190	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
188	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
186	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
184	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																					
182	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																					
180	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																					
178	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38																					
176	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38																					
174	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																					
172	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																					
170	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																					
168	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																					
166	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																					
164	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41																					
162	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41																					
160	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42																					
158	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42																					
156	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43																					
154	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43																					
152	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44																					
	Peso Normal				obesidade leve				obesidade moderada				obesidade severa				obesidade mórbida																											
	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
	← Peso (kg) →																																											