

Efeito da intervenção de diferentes métodos de treinamento sobre a glicemia pós-prandial de diabéticos tipo 2

Effect of the intervention of different methods of training on postprandial blood glucose of type 2 diabetics

Fabiane Priscila Leite de Souza¹; Pedro Weldes da Silva Cruz²; Jacy Souto Maior Ferreira Neta³; Marcelo Caetano de Azevedo Tavares³; Jéssica Aimmée Lins França⁴; Denise Maria Martins Vancea⁵

¹Bacharel em Educação Física na Escola Superior de Educação Física – Universidade de Pernambuco – ESEF/UPE, Membro do Grupo de Pesquisa Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Recife, PE – Brasil.

²Especialista em Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica pela Escola Superior de Educação Física – Universidade de Pernambuco – ESEF/UPE, Mestrando em Ciências da Saúde/FCM/ICB/UPE; Membro do Grupo de Pesquisa Unipeclin/HUOC/UPE e do Grupo de Pesquisa Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Recife, PE – Brasil.

³Graduandos em Educação Física pela Escola Superior de Educação Física – Universidade de Pernambuco – ESEF/UPE, Membros do Grupo de Pesquisa Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Recife, PE – Brasil.

⁴Bacharel em Educação Física na Escola Superior de Educação Física – Universidade de Pernambuco – ESEF/UPE, Membro do Grupo de Pesquisa Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Recife, PE – Brasil.

⁵Professora Adjunta do curso de Educação Física da Escola Superior de Educação Física – Universidade de Pernambuco – UPE, Membro do Grupo de Pesquisa Unipeclin/HUOC/UPE e Líder do Grupo de Pesquisa Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Recife, PE – Brasil.

Endereço para correspondência

Fabiane Priscila Leite de Souza
R. Parnaíba, 232, Jardim Brasil II,
53290-190 – Olinda – PE [Brasil]
fabi_priscila@hotmail.com

Resumo

Introdução: A glicemia pós-prandial (GPP) vem-se destacando como parâmetro de avaliação do controle metabólico em diabéticos tipo 2 (DM2), sendo o exercício físico uma importante ferramenta para auxiliar no controle dessa glicemia. **Objetivo:** Avaliar a intervenção de diferentes métodos de treinamento no controle da glicemia pós-prandial de diabéticos tipo 2. **Métodos:** Dezessete indivíduos com DM2 participaram durante três meses, três vezes por semana, de sessões compostas por treinamentos aeróbio, resistido e combinado. Para a coleta da GPP, os indivíduos estavam em jejum de 8 a 12 h e receberam um café padronizado de 300 kcal. Após uma hora foi realizada a coleta por meio do glicosímetro. **Resultados:** O treinamento resistido demonstrou uma tendência à diminuição da GPP (198,7 mg/dL±45,3 vs. 179,5 mg/dL ±9,2). **Conclusões:** Constatou-se que os métodos de treinamentos aeróbio e combinado não foram eficazes no controle da GPP, apenas o resistido apresentou uma tendência à diminuição da GPP.

Descritores: Diabetes mellitus tipo 2; Exercício físico; Glicemia.

Abstract

Introduction: Postprandial glycemia (PPG) has been highlighted as a parameter for evaluation of metabolic control in patients with type 2 diabetes (T2D) and physical exercise being an important tool to assist the control of this glycemia. **Objective:** To evaluate the intervention of different methods of training on GPP control of type 2 diabetics. **Methods:** Seventeen patients with T2D participated during three months, three times per week, in sessions composed of aerobic, strength and combined training. To measure PPG, the diabetics were in fasting state by 8 to 12 h and received a standardized breakfast of 300 kcal. After one hour PPG was measured by glucometer. **Results:** Resistance training showed a trend towards improvement of PPG (198.7±45.3 vs. 179.5±9.2) **Conclusion:** We found that aerobic and combined methods of training were not effective on PPG control, however, resistance training showed a positive trend towards these values.

Key words: Blood glucose; Diabetes Mellitus type 2; Physical exercise.

Introdução

O *diabetes mellitus* tipo 2 (DM2) é uma doença de ordem metabólica caracterizada por hiperglicemia de jejum e elevadas concentrações de glicose pós-prandial, resultante da disfunção na secreção e/ou ação da insulina¹. Apresenta maior prevalência em indivíduos acima de 30 anos e está, frequentemente, associada à disfunção no metabolismo dos lipídios, contribuindo na formação de ateromas e lesões endoteliais, além da hipertensão arterial sistêmica².

A falta do controle glicêmico e a captação de glicose prejudicada, devido à resistência a insulina e defeito na secreção de insulina, resultam em hiperglicemia. A hiperglicemia é, então, considerada fator de risco para complicações micro e macrovasculares no DM2²⁻⁵, como retinopatia, nefropatia, neuropatia periférica, neuropatia autonômica e doenças cardiovasculares¹. Tais complicações geram despesas à sociedade e interferem na qualidade de vida dos diabéticos².

A intervenção tradicional foca no controle dos valores de Hemoglobina Glicada (HbA1c) e Glicemia de Jejum (GJ)^{1,3,6}; recentemente a glicemia pós-prandial (GPP) vem-se destacando como parâmetro de avaliação metabólica de pacientes DM2³. A glicemia pós-prandial é resultante da inter-relação entre a secreção de insulina e glucagon, a quantidade e o tipo de carboidratos ingeridos. Seu valor máximo é atingido 60 minutos após a ingestão alimentar^{4,7}.

A hiperglicemia pós-prandial é decorrente da diminuição da primeira fase de ação da insulina e representa fator de risco direto e independente para doenças cardiovasculares^{8,9}. No DM2, o pico de insulina é atrasado e insuficiente para controlar as variações glicêmicas pós-prandiais adequadamente⁷, necessitando de ferramentas que auxiliem no controle glicêmico.

Não há estudos clínicos randomizados adequados que evidenciem a importância da monitorização da GPP como parte do plano global do tratamento do paciente DM2⁷. A American Diabetes Association⁷ recomenda que

a GPP seja acompanhada e controlada em situações específicas, como na rotina clínica no ajuste de medicação oral ou dosagem de insulina pela ocorrência de hipoglicemia, quando há alteração na HbA_{1c} ou com o objetivo de avaliar o efeito das mudanças na dieta e no exercício físico.

Os principais tratamentos do DM2, para o controle glicêmico, incluem terapia medicamentosa, dieta e exercício físico¹⁰⁻¹². O Exercício Físico (EF) é definido como tipo de atividade física com intenção de desenvolver a aptidão física (*endurance* cardiovascular, composição corporal, força, resistência muscular e flexibilidade)^{13,14}.

São recomendados exercícios aeróbios que envolvam grandes grupos musculares com a finalidade de melhorar a aptidão cardiovascular, bem como exercícios de resistência muscular objetivando melhoria da capacidade funcional e na execução das atividades da vida diária¹⁴. A combinação das duas modalidades é duas vezes mais eficaz no controle glicêmico¹⁵; portanto, também é recomendada a sessão de treino combinado.

Tanto o exercício aeróbio quanto o resistido promovem aumento da captação de glicose pelas células por meio de contrações musculares, melhorando a sensibilidade à insulina e auxiliando no controle glicêmico^{14,16}. Entretanto, não há estudos que evidenciem a melhora da GPP com esses métodos de treinamento.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a intervenção de diferentes métodos de treinamento no controle da glicemia pós-prandial de diabéticos tipo 2.

Material e métodos

Método

Esta pesquisa caracteriza-se como quasi-experimental de intervenção. Os voluntários, antes do início do estudo, foram devidamente esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos aos quais foram submetidos, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido no momento da apresentação metodológica do

estudo. Este estudo está vinculado ao projeto principal que objetiva verificar os efeitos do treinamento aeróbio, resistido e combinado no controle glicêmico e composição corporal de diabéticos do tipo 2, e foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Pernambuco (UPE), sob o nº 007/09.

Amostra

As características basais da amostra estão relatadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características basais da amostra

Características	GTA	GTC	GTR
Idade (anos)	62±8,1	66±6,4	57±9,3
TDDM (anos)	19±11,6	11±7,2	10±7,4
Antropometria			
Peso (kg)	63±11,6	78±19,6	68±17,9
IMC (kg/m ²)	27±4,1	30±6,6	31±7,8
CC (cm)	93±9,2	101±17,3	97±13,3
Variáveis metabólicas			
PAS (mmHg)	130±14,1	133±14,6	138±21,7
PAD (mmHg)	70±8,1	78±11,3	74±8,5
GJ (mg/dL)	131±38,2	147±44	129±23,5
Terapia medicamentosa (n)			
Sulfoniureias	3	1	1
Biguanidas	5	4	3
Insulina NPH	3	-	1

TDDM: Tempo de diagnóstico de *diabetes mellitus*; kg: quilos; kg/m²: quilogramas por metro quadrado; cm: centímetros; CC: Circunferência da cintura; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; mmHg: milímetros de mercúrio; GJ: glicemia de jejum; mg/dL: miligramas por decilitro.

Foram avaliados 17 indivíduos com *diabetes mellitus* tipo 2 (DM2), com idade média de 62 ± 8,1 anos, participantes do Projeto Doce Vida – Programa de Exercício Físico Supervisionado para Diabéticos da Escola Superior de Educação Física da Universidade de Pernambuco. Os diabéticos foram divididos em três grupos: Grupo Treinamento Aeróbio – GTA (n=7), Grupo Treinamento Resistido – GTR (n=4) e o Grupo Treinamento Combinado – GTC (n=6). Os cri-

térios de inclusão da amostra foram: (1) diagnóstico de DM2; (2) idade entre 40 e 70 anos; (3) Índice de Massa Corporal (IMC): 25-35 kg/m²; (4) Pressão Arterial Sistólica (PAS): ≤ 140 mmHg e Pressão Arterial Diastólica ≤ 100 mmHg; (5) ausência de complicações do DM na fase aguda que pudessem prejudicar ou serem prejudicadas pelo programa de exercício físico. Foi excluído da amostra o paciente que apresentasse limitações funcionais, complicações ortopédicas ou qualquer outro problema cardiovascular secundário que limitasse a participação no protocolo da pesquisa.

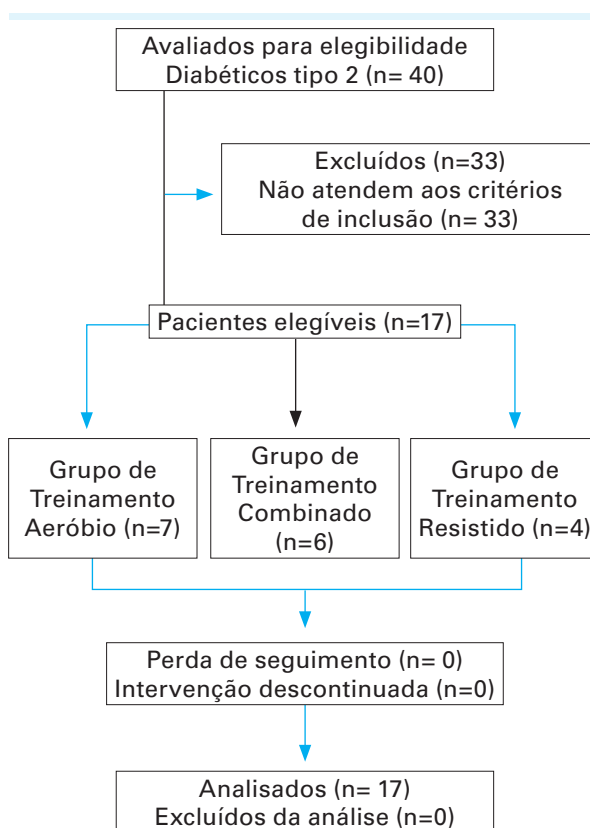


Figura 1: Fluxograma da pesquisa

Programa de Exercício Físico

Para este estudo, o programa de treinamento teve a duração de três meses. O protocolo do treinamento foi aplicado três vezes por semana, em dias alternados, nas dependências da Escola Superior de Educação Física (UPE), sob a supervisão de professores e acadêmi-

cos de Educação Física. As sessões foram realizadas no período matutino, no Ginásio de Esportes e no Laboratório de Biodinâmica, da seguinte maneira:

- **GTA:** na primeira e segunda semana, os voluntários iniciaram o protocolo com 15 minutos de atividade da parte principal e progrediram até 40 minutos, com acréscimo de 5 minutos a cada duas semanas, sendo:
Aquecimento (15 minutos): exercícios de alongamento.
Parte Principal (40 minutos): caminhada no ginásio.
Volta à calma (10 minutos): atividades de alongamento, relaxamento e consciência corporal.
- **GTR:** o protocolo de exercícios de resistência abrangeu grandes grupos musculares e a sobrecarga foi realizada progressivamente^{14, 17-20}. Foi utilizado o sistema de séries múltiplas, adotando três séries de 8 a 16 repetições máximas, ou seja, as repetições foram executadas corretamente até a falha concêntrica momentânea^{14,20,21} e um intervalo recuperativo de 45 segundos entre as séries. Realizou-se:
Aquecimento (15 minutos): exercícios de alongamento.
Parte principal (40 minutos): oito exercícios utilizando pesos livres e equipamentos de musculação (*New Fit Equipment*). O treinamento foi composto por: cadeira extensora, rosca alternada, cadeira flexora, tríceps na polia, remada com apoio, panturrilha em pé, voador e elevação frontal alternada.
Volta à calma (10 minutos): exercícios de alongamento, relaxamento e consciência corporal.
- **GTC:** os treinos foram intercalados, de forma que em uma sessão os voluntários realizem o treino A; e em outra, o B. A progressão da carga foi executada por meio da falha concêntrica momentânea, como já foi

descrito acima no grupo treinamento resistido, assim, executou-se:

Aquecimento (15 minutos): exercícios de alongamento;

Parte principal (40 minutos): 20 minutos destinados ao treinamento aeróbio, que consistiu em caminhada no ginásio, e 20 minutos de treinamento resistido, o qual foi dividido em dois treinos, A e B, ambos com quatro exercícios. O treino A composto por: cadeira extensora, voador, cadeira flexora, remada com apoio; e o B, por: elevação frontal alternada, panturrilha em pé, rosca alternada e tríceps na polia.

Volta à calma (10 minutos): exercícios de alongamento, relaxamento e consciência corporal.

Avaliação da glicemia pós-prandial

Para a coleta da glicemia pós-prandial, os diabéticos estavam em jejum de 8 h a 12 h. Chegando à Escola Superior de Educação Física eles receberam um café padronizado de 300 kcal¹² e, após, permaneceram em repouso por uma hora para a realização da coleta. A glicemia pós-prandial foi medida sempre nos dedos mínimo ou anelar. Foi descartada a primeira gota de sangue, utilizando-se a segunda gota²². O material infectante (luvas, lancetas, fitas e papel toalha) usado nesse procedimento foi depositado em uma caixa específica de material hospitalar.

Instrumentos de coleta de dados

O glicosímetro Breeze 2 e as fitas reagentes da Bayer®, assim como lancetas Microlet foram utilizados para a medida da GPP.

Análise estatística

Foram efetuados o teste de Wilcoxon e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis na análise estatística. Adotou-se um nível de significância $p \leq 0,05$, para todos os testes.

Resultados

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Nos GTA e GTC, observou-se um aumento nas médias da GPP, com $p > 0,05$ (203,2 mg/dL \pm 60,4 para 222,7 mg/dL \pm 60,9 e 195,1 mg/dL \pm 43,3 para 219,3 mg/dL \pm 39,7, respectivamente). O GTR apresentou uma tendência à diminuição das médias da GPP (198,7 mg/dL \pm 45,3 vs. 179,5 mg/dL \pm 9,2), conforme Tabela 2.

Tabela 2: Glicemia Pós-prandial de Diabéticos Tipo 2

		Glicemia pós-prandial (mg/dL)		
	Variável	Média*	Mínimo	Máximo
GTA	Pré	203,2 \pm 60,4	95	284
	Pós	222,7 \pm 60,9	136	297
GTC	Pré	195,1 \pm 43,3	120	243
	Pós	219,3 \pm 39,7	164	277
GTR	Pré	198,7 \pm 45,3	152	249
	Pós	179,5 \pm 9,2	173	193

GTA: Grupo de treinamento aeróbio; GTC: Grupo de treinamento combinado; GTR: Grupo de treinamento resistido; mg/dL: miligramas por decilitro; * $p > 0,05$.

Discussão

Neste estudo, objetivou-se avaliar a intervenção de diferentes métodos de treinamento no controle da glicemia pós-prandial de pacientes com DM2. É importante lembrar que a inter-relação entre a ingestão calórica, o exercício e os mecanismos de regulação da glicemia vão determinar os valores da glicemia pós-prandial⁷. A intensidade e o método do exercício físico influenciarão; portanto, no consumo de glicose disponível.

A análise dos resultados mostrou que a GPP apresentou uma tendência à diminuição no GTR, isso pode ser explicado por algumas hipóteses, como a média da idade da amostra desse grupo ser menor do que a dos grupos GTA e GTC. O idoso diabético, além de estar sujeito a complicações micro e macrovasculares, apresen-

ta declínio funcional e metabólico²³, prejudicando, assim, o controle glicêmico.

O GTA e o GTC apresentaram o maior tempo de diagnóstico, fator que pode ter interferido no resultado, pois quanto maior esse tempo maiores são as chances de complicações crônicas. Problemas relacionados ao diabetes podem ser percebidos anos após o diagnóstico¹⁷, podendo prejudicar o controle dessa doença.

Outra hipótese são os benefícios do treino de resistência que reduz a glicemia captando glicose, a nível celular, no músculo esquelético, no qual a maior absorção de glicose ocorre²⁴. Há evidências sobre um aumento de GLUT-4 (transportadores de glicose) na membrana plasmática das células da musculatura ativa de diabéticos tipo 2, por meio de um mecanismo independente da insulina^{15,25,26}. Holten et al.²⁷ também evidenciaram a melhora da ação da insulina por intermédio do treino de resistência e esse efeito é provavelmente causado, além do aumento da quantidade de GLUT-4, pelo aumento de expressões proteicas sinalizadoras da insulina.

Apesar do resultado obtido, a literatura relata a importância do controle da hiperglicemia pós-prandial, já que esta é considerada fator de risco direto e independente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares²⁸. Ainda há evidências de que, mesmo com as metas de Hemoglobina Glicada (HbA_{1c}) e glicemia de jejum alcançadas, a presença da hiperglicemia pós-prandial isoladamente, aumenta em duas vezes a mortalidade por doenças cardiovasculares^{29,30} e, por isso, o controle da GPP é importante nos planos de tratamento de pacientes com DM2.

Conclusão

Neste estudo, conclui-se que os métodos de treinamento aeróbio e combinado não foram eficazes no controle da GPP, apenas o treinamento resistido mostrou tendência à diminuição da GPP.

Referências

- American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 2011;34:63-9.
- Sartori MS, Aragon FF, Padovani CR, Pimenta WP. Contribuição da glicemia pós-prandial para o controle glicêmico do paciente com diabetes tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006;50:53-9.
- Bonora E, Muggeo M. Postprandial blood glucose as a risk for cardiovascular disease in type II diabetes: the epidemiological evidence. *Diabetologia*. 2001;44:2107-14.
- Gross JL, Ferreira SRG, Oliveira JE. Glicemia pós-prandial. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2003;47:728-38.
- Ceriello A. Postprandial hyperglycemia and diabetes complications: is it time to treat? *Diabetes*. 2005;54:1-7.
- Ceriello A, Colagiuri S. International Diabetes Federation guideline for management of postmeal glucose: a review of recommendations. *Diabet Med*. 2008;25:1151-6.
- American Diabetes Association. Postprandial Blood Glucose. *Diabetes Care*. 2001;24:775-8.
- Cruzes AL, Bosco CEL, Pandini VE, Hernandez MAM, Silva RCQ. Hiperglicemia pós-prandial em pacientes com diabetes melito tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008;52:642-8.
- Santilli F, Formoso G, Sbraccia P, Aversa M, Miccoli R, Di Fulvio P et al. Postprandial hyperglycemia is a determinant of platelet activation in early type 2 diabetes mellitus. *J Thromb Haemost*. 2010;8:828-37.
- Geirsdottir OG, Arnarson A, Briem K, Ramel A, Jonsson PV, Thorsdott I. Effect of 12-week resistance exercise program on body composition, muscle strength, physical function, and glucose metabolism in healthy, insulin-resistant and diabetic elderly icelanders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;1-7.
- Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: A consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2006;29:1433-8.
- Vancea DMM, Vancea JN, Pires MIF, Reis MA, Moura RB, Dib SA. Efeito da Frequência do Exercício Físico no Controle Glicêmico e Composição Corporal de Diabéticos Tipo 2. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92:23-30.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR et al. Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care*. 2010;33:147-67.
- American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Tradução: Giuseppe Taranto. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
- Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS 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.
- Arsa G, Lima L, Almeida SS, Moreira SR, Campbell CSG, Simões HG. Diabetes Mellitus tipo 2: aspectos fisiológicos, genéticos e formas de exercício para o seu controle. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2009;11:103-11.
- American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*. 2012;34:556-60.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do Exercício: nutrição, energia e desempenho humano. Tradução: Giuseppe Taranto. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
- Raso V, Greve JMD, Polito MD. Pollock: Fisiologia clínica do exercício. Barueri, SP: Manole; 2013.
- Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan CA, Judge MD, King AC et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116:1094-105.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Tradução: Jerri Luiz Ribeiro. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
- Hortensius J, Slingerland RJ, Kleefstra N, Logtenberg SJJ, Groenier KH, Howeling ST et al. Self-monitoring of blood glucose: the use of the first or the second drop of blood. *Diabetes Care*. 2011;34:556-60.
- Kim KS, Kim SK, Sung KM, Cho YW, Park SW. Management of Type 2 Diabetes in Older Adults. *Diabetes Metab J* 2012;36:336-44.

24. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M 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.
25. Colberg SR, Zarrabi L, Bennington L, Nakave A, Somma CT, Swain DP et al. Postprandial walking is better for lowering the glycemic effect of dinner than pre-dinner exercise in type 2 diabetic individuals. *JAMDA*. 2009;394-7.
26. Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fujii S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*. 1998;21:1353-55.
27. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JFP, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 Content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004;53:294-305.
28. Monnier L, Lapinski H, Colette C. Contributions of fasting and postprandial plasma glucose increments to the overall diurnal hyperglycemia of type 2 diabetic patients: variations with increasing levels of HbA1c. *Diabetes care*. 2003;26:881-5.
29. Aryangat AV, Gerich JE. Type 2 diabetes: postprandial hyperglycemia and increased cardiovascular risk. *Vascular Health and Risk Management*. 2010;6:145-55.
30. Gerich JE. Clinical significance, pathogenesis, and management of postprandial hyperglycemia. *Arch Intern Med*. 2003;163:1306-16.

