

**RESPOSTAS METABÓLICAS AO EXERCÍCIO FÍSICO EM INDIVÍDUOS DIABÉTICOS TIPO 2:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**Lucas Pereira de Oliveira<sup>1</sup>**RESUMO**

Este artigo de revisão literária com autoria declarada apresentará as respostas metabólicas frente à utilização do exercício físico regular aeróbio e/ou anaeróbio, na prevenção e no tratamento do DM. Principalmente para diabéticos tipo 2, pois o exercício físico oferece ao diabético tipo 1 alterações fisiológicas comuns a todos os indivíduos. O objetivo deste trabalho é apresentar, através de uma revisão literária científica, as respostas metabólicas frente ao exercício físico no tratamento e prevenção do DM tipo 2. Esta é uma pesquisa do tipo revisão sistemática da literatura, utilizando busca primária e secundária em bases de dados computadorizadas, artigos nacionais e internacionais, na língua portuguesa e inglesa, do ano de 1990 ao ano de 2010. A pesquisa resultou da análise de 12 artigos que apresentaram resultados de 12 estudos com mais de 2.751 humanos de 18 a 80 anos. Os trabalhos apóiam a evidência de que o exercício físico tem como resposta metabólica a redução dos níveis de glicemia, alteração do perfil lipídico, diminuição da frequência cardíaca (FC) de repouso, redução da pressão arterial e alteração do índice de massa corporal (IMC) em diabéticos tipo 2.

**Palavras chave:** Diabetes Mellitus, exercícios físicos, hiperglicemia e insulina.

**ABSTRACT**

Metabolic response to exercise in subjects with diabetes type 2: a systematic review

This article reviewed the literature with authors declared present the metabolic responses to the use of aerobic and / or anaerobic regular exercise in the prevention and treatment of DM. Especially for type 2 because exercises provides to the type 1 diabetics subjects physiological changes. The aims of this study are to present, through a scientific literature review, the metabolic responses during physical exercise in the treatment and prevention of type 2 diabetes. This is a research type of systematic review of the literature, using primary and secondary search in computerized databases, national and international articles in Portuguese and English, from 1990 to 2010. The research resulted from the analysis of 12 articles that presented results of 12 studies with more than 2.751 human 18-80 years. The work supports the evidence that exercise has the metabolic response to reduced levels of blood glucose, lipid profile, decreased heart rate (HR) at rest, lowering blood pressure and changes in body mass index (BMI) in type 2 diabetics.

**Key words:** Diabetes Mellitus, exercise, hyperglycemia and insulin.

E-mail:  
lucas\_odin18@hotmail.com

Endereço para correspondência:  
Rua RB45 Qd. 45 Lt. 74,  
Setor Recanto do Bosque. Brasília. DF

1-Pós-Graduando em Fisiologia do Exercício:  
Prescrição do Exercício.

**INTRODUÇÃO**

Estudos realizados nos últimos anos vêm apresentando resultados positivos em relação à inclusão de exercícios físicos no tratamento do DM tipo 2.

Os estudos revisados neste trabalho apresentam resultados animadores para portadores dessa patologia. No entanto, pesquisas que analisaram atividades com maior intensidade mostraram respostas metabólicas mais acentuadas favoravelmente que atividades com menor intensidade.

O aumento da sensibilidade a insulina, a diminuição da glicemia em jejum e a diminuição de alguns fatores de risco foram observadas após a prescrição do treinamento resistido e atividades cíclicas com um consumo máximo de oxigênio de até 80% da capacidade máxima.

Com tudo, o objetivo do presente estudo é fazer uma revisão sistemática sobre as respostas metabólicas ao exercício físico, em diabéticos tipo 2.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

Para elaboração dessa revisão sistemática da literatura, foi realizada estratégia de busca primária e secundária em bancos de dados eletrônicos nos principais periódicos científicos no mês de abril de 2013,

incluindo Medline, Google Scholar e Scielo, o resultado das pesquisas estão relacionados no quadro 1.

Foram selecionados apenas artigos do ano de 1990 até o ano de 2010, os trabalhos são limitados apenas a língua portuguesa e inglesa. A pesquisa apresenta o total de amostras humanas de 2.751 homens e mulheres sedentários e ativos de 18 a 60 anos.

Para a busca primária, foram utilizadas palavras-chave isoladas e combinadas entre si, relacionando o exercício físico (exercício físico, resistance training, endurance training e atividade física), ao Diabetes Mellitus tipo 2 (insulin resistance, diabetes mellitus, hiperglicemia e resistência a insulina) e ao controle e tratamento (controle, care, tratamento, prevenção, diabetes and exercise e efeitos).

Para a busca secundária, utilizaram-se as listas de referências dos estudos relacionados após a busca primária.

Os artigos principais tiveram como critério de inclusão, o número da amostra, o método aplicado e o peso da pesquisa na comunidade científica.

Pesquisas realizadas com indivíduos treinados, atletas foram excluídos da seleção. Os artigos que fazem parte desta revisão da literatura estão relacionados no quadro 2.

**Quadro 1 - Resultado da busca de artigos**

	Busca	Artigos encontrados	Artigos relacionados	Artigos específicos	Base de dados	Data da busca
1	Exercício físico e diabetes mellitos.	11.600	23	7	Google Acadêmico www.scholar.google.com	02.04.2013
2	Exercise and diabetes mellitos.	10.261	29	2	MedLine www.medline.com	06.04.2013
3	Diabetes mellitos exercise.	2.878	14	3	Scielo www.scielo.br	12.04.2013

**Quadro 2 - Artigos da revisão da literatura**

Autor	Amostra	Período	Método, intensidade e volume	Resultado
(Tremblay e colaboradores, 1990)	1336 mulheres e 1257 homens de 34±14anos.	Correlação do exercício de ↑ e ↓ intensidade	Atividades diárias e outras atividades de lazer o de trabalho.	Intensidades mais altas, ↓ circunferência da cintura e quadril e ↓ % de gordura.
(Miller e colaboradores, 1994)	Homens com 55±5 anos.	4 meses	TR, 14 exercícios, 1 série, 3 a 4RM 90% de 3RM, 1 a 2 min descanso, 3x/sem.	↓ glicemia plasmática, ↑ sensibilidade a insulina, ↑ ativação GLUT4

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

(Brandenberg e colaboradores, 1999)	18mulheres na pré-menopausa SD.	3 meses	Cicloergometro a 20, 60 e 80 W. 3x/sem.	↑ VO <sub>2</sub> máx e melhora da circulação, ↓ risco DM.
(Tabata e colaboradores, 1999)	9 homens com 22±4 anos SD.	19 dias	TR, LegPres, RM com 3 seg. de isometria, 3 min descanso, todo dia.	↑ ativação GLUT4
(Silva e Lima, 2002)	33 homens de 63±10 anos SD.	10 semanas	TE 40 min a 50/80% VO <sub>2</sub> máx, TR 10 min. e AL. 4x/sem.	↓ glicemia e HbA1c, ↓ triglicérides, ↓ FCrepouso.
(Danilo e colaboradores, 2002)	8 mulheres de 58±6 anos SD.	8 semanas	Circuito de TR de 30 min. 3x/sem.	↓ Peso corporal e ↓ % de gordura.
(Dunstan e colaboradores, 2002)	29 pessoas de 70±10 anos SD.	6 meses	TR – 60/80% 1RM, 45 min, 3x/sem.	↑ controle glicêmico, ↓ Hb1Ac, ↓ peso corporal, ↓ circunferência da cintura.
(Cauza e colaboradores, 2005)	11 homens e 11 mulheres de 56±1 anos SD.	4 meses	AL, 6 series/grupo muscular e TE 60%Vo <sub>2</sub> Máx 30min 4x/sem.	↓ Hb1Ac e glicose sanguínea, ↓ resistência insulina, ↓ colesterol e AGL.
(Ramalho e colaboradores, 2006)	6 mulheres e 7 homens SD.	3 meses	TE, 60/70%FcMáx, 3x/sem, 40min e TR – 60/80% 1RM.	↓ uso de insulina, ↓ glicose sanguínea, ↓ circunferência da cintura.
(Shaibi e colaboradores, 2006)	22 homens jovens ativos.	4 meses	TR, 9 exercícios, 8 a 12 RM, 94±3% 1RM.	↑ sensibilidade a insulina, ↓ tecido adiposo.
(Pereira, 2008)	Homens e mulheres de 63±4 anos SD.	3 meses	Caminhada 45 min a 50/75% VO <sub>2</sub> máx, 30 min AL. 3x/sem	↓ glicemia de jejum.
(Felippe e Iop, 2010)	3 homens e 4 mulheres de 50±10 anos SD	10 semanas	Esteira 20 min a 40/45 % VO <sub>2</sub> máx e 20 min musculação a 60/80% de 1 RM. 3x/sem.	↓ dobras cutâneas, ↓ HbA1c, ↑ qualidade de vida.

**Legenda:** W: wats; x/sem: sessões semanais; SD: sedentário; ↑: aumento ou melhora; ↓: diminuição queda; DM: diabetes mellitus; TE: treinamento de endurance; TR: treinamento resistido; min.: minutos; AL: alongamento; FC: frequência cardíaca; RM: repetição máxima; AGL: ácidos graxos livres; seg.: segundos.

## DISCUSSÃO

O exercício físico pode ser eficaz para a diminuição da massa corporal total, do percentual de gordura e para aumento do VO<sub>2</sub>máx e, tanto a massa corporal total quanto o percentual de gordura, podem ser influentes na diminuição da glicemia de jejum e do colesterol total em treinamentos mais prolongados em sujeitos com DM tipo 2 (Danilo, 2002; Pereira, 2008; Tremblay, 1990)

A HbA1c, possui várias nomenclaturas: hemoglobina glicada, hemoglobina glicosilada ou glico-hemoglobina e mais recentemente apenas como A1C, a manutenção dos níveis de A1C abaixo de 7% é considerada como uma das principais metas no controle do DM.

Quando os níveis de glicose sanguínea permanecem elevados constitui-se um ambiente tóxico ao organismo por três mecanismos diferentes: glicação de proteínas,

pela hiperosmolaridade e pelo aumento dos níveis de sorbitol dentro da célula.

O exercício físico aeróbio ou anaeróbio foi capaz de controlar o nível de glicose sanguínea, podendo diminuir a concentração de HbA<sub>1c</sub> por uma quantia que

deve diminuir o risco de complicações diabéticas (Felippe e Iop, 2010; Cauza e colaboradores, 2005; Dunstan e colaboradores, 2002; Silva e Lima, 2002).

A formação da molécula de HbA<sub>1c</sub> está expressamente ilustrada pela figura 1.

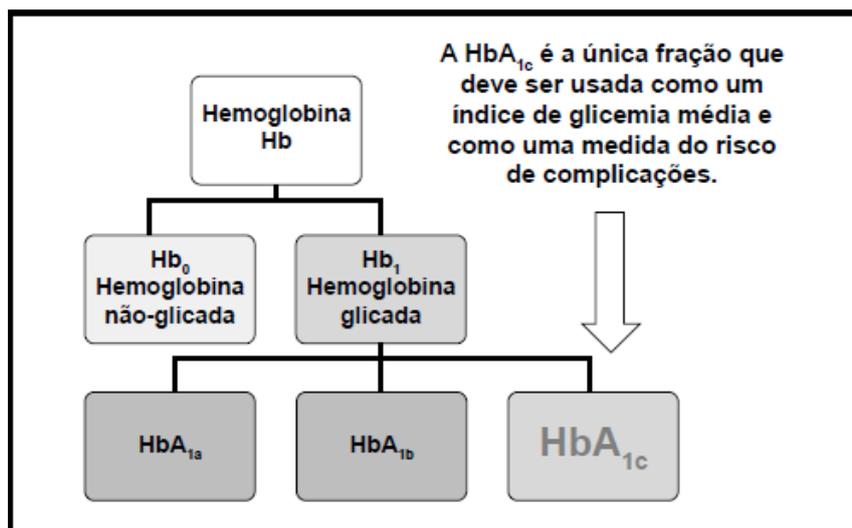


Figura 1 - Formação da HbA<sub>1c</sub> (Felippe e Iop, 2010).

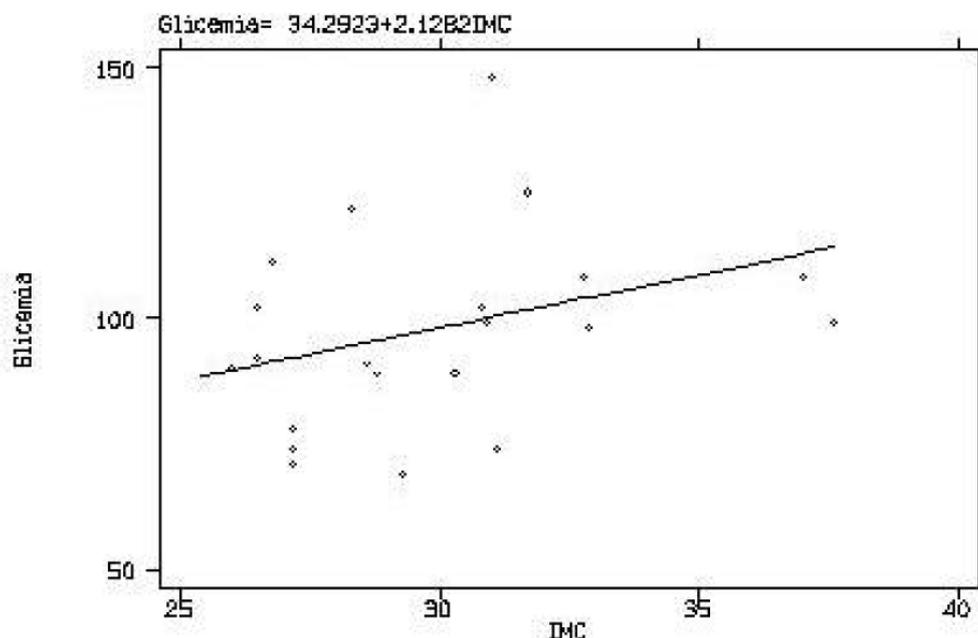


Figura 2 - Relação glicemia e IMC (Dunstan e colaboradores, 2002).

Em relação à obesidade e DM tipo 2. Os estudos constaram que à medida que o indivíduo aumenta sua massa gorda, seus níveis glicêmicos também se elevam, (figura 2), aumentando o risco de desenvolvimento do diabetes tipo 2.

No entanto as pesquisas apresentaram que a prática de exercícios físicos para perda de peso pode ser eficaz para melhorar a resposta cardiovascular, diminuir o percentual de gordura e a relação de circunferência cintura/quadril e

possivelmente combater e/ou frear o processo degenerativo da doença (Tremblay e

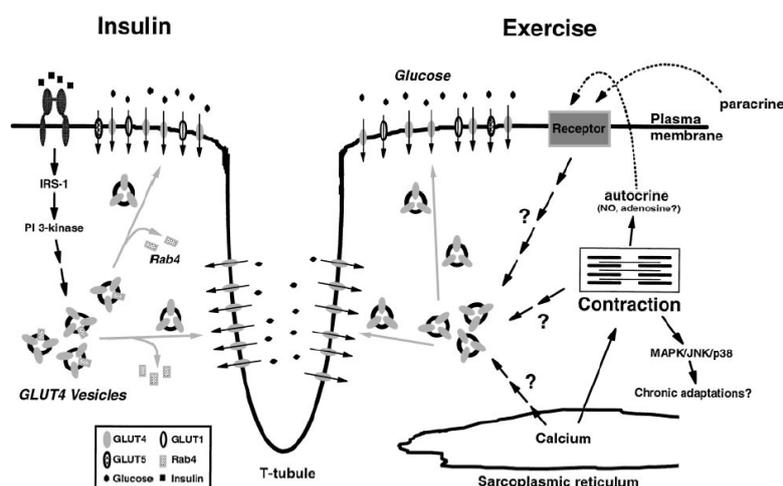
Durante o exercício físico a exigência de substratos metabólicos pelo trabalho muscular é aumentada. Para satisfazer esta necessidade crescente, existe uma significativa elevação da taxa de glicogenólise nos músculos.

Além disso, o exercício tem efeito semelhante à insulina, para aumentar a absorção de glicose a partir da circulação para os músculos. No período após o exercício, a captação de glicose muscular é mais sensível à insulina, um efeito que facilita a resíntese dos estoques de glicogênio muscular.

colaboradores, 1990; Danilo e colaboradores, 2002; Dunstan e colaboradores, 2002.

Tanto os efeitos agudos e persistentes do exercício físico sobre a captação de glicose e glicogênio no metabolismo, têm implicações importantes para os indivíduos com resistência à insulina, porque estas alterações podem efetuar a regulação aguda da homeostase da glicose.

Bem como o controle metabólico crônico através de outros meios de captação de glicose, por meio da ativação do GLUT 4 (figura 3) e algumas proteínas sinalizadoras. (Miller e colaboradores, 1994; Tabata e colaboradores, 1999)



**Figura 3** - Esquema de trabalho e ativação do eixo GLUT 4 (Hayashi e colaboradores, 1997).

Visando manter o controle glicêmico adequado o tratamento atual do DM tipo 2, está associado a mudanças no estilo de vida, incluindo a orientação nutricional para o estabelecimento de dietas e o exercício físico. Sendo estes considerados de primeira escolha para controlar a doença.

No entanto, quando a dieta e o exercício físico não forem capazes de controlar a doença, é necessária a intervenção medicamentosa.

### CONCLUSÃO

Os estudos apresentam que, tanto exercícios aeróbios quanto anaeróbios, ou combinados para portadores de DM tipo 2, tem como resposta metabólica aguda e crônica o aumento da sensibilidade à ação da insulina através de vias alternativas de ativação de proteínas sinalizadoras de GLUT 4,

consequentemente aumenta também a captação de glicose e há redução significativa da glicemia de jejum, da HbA1c e triglicerídeos.

Adaptações cardíacas, redução da relação circunferência cintura/quadril, diminuição de dobras cutâneas e do IMC foram plausíveis ao final dos estudos e assim mantém sua concentração sanguínea mais próxima possível do limítrofe aceito, isso acarretaria numa diminuição do risco de ocorrência de patologias predispostas pelo aumento crônico da glicemia.

### REFERÊNCIAS

1-Brandenberg, S. L.; Reusch, J. E.B.; Bauer, T. A.; Jeffers, B.; Hiatt, W. R.; Regensteiner, J. G. The effects of exercise training on oxygen uptake kinetic responses in women with type 2

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

diabetes. *Diabetes Care*. Vol. 22. p.1640-1646, 1999.

2-Cauza, E.; Hanusch-Enserer, U.; Strasser, B.; Ludvik, B.; Metz-Schimmerl, S.; Pacini, G.; Wagner, O.; Georg, P.; Prager, R.; Kostner, K.; Dunky, A.; Haber, P. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 86. p.1527-33. 2005.

3-Danilo, D. P. M.; Mattos, M. S.; Higino, W. P. Efeitos do treinamento resistido em mulheres portadoras de diabetes mellitus tipo 2. Departamento de educação física - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium-Unisalesiano, Lins-SP. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2002.

4-Dunstan, D. W.; Daly, R. M.; Owen, N.; Jolley, D.; Courten, M.; Shaw, J.; Zimmet, P. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. Vol. 25. p.1729-1736. 2002.

5-Felippe, J.; Iop, R. R. Efeito combinado do exercício aeróbio e resistido em indivíduos hiperglicêmicos. Universidade do Sul de Santa Catarina. 2010.

6-Hayashi, T.; Jorgen F. P.; Wojtaszewski; Laurie, J. G. Exercise regulation of glucose transport in skeletal muscle. *American Journal of Physiology* 273. *Endocrinology Metabolic*. Vol. 36. p. E1039-E1051. 1997.

7-Miller, J. P.; Pratley, R. E.; Goldberg, A. P.; Gordon P.; Rubin, M.; Treuth, M. S.; Ryan, A. S.; Hurley, B. F. Strength training increases insulin action in healthy 50-to 65yr-old men. *American Physiological Society*. Vol. 77. Núm. 3. 1994.

8-Pereira, C. A. Efeito do treinamento aeróbio sobre a microalbuminúria em indivíduos diabéticos tipo 2. TCC de graduação. Bauru-SP. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2008.

9-Shaibi, G. Q.; Cruz, M. L.; Ball, G. D. C.; Weigensberg, M. J.; Salem, G. J.; Crespo, N. C.; Goran, M. I. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight latino

adolescent males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 38. Núm. 7. p. 1208 - 1215. 2006.

10-Silva, C. A.; Lima W. C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 a curto prazo. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo*. Vol. 46. Núm. 5. p. 550-556. 2002.

11-Tabata, I.; Suzuki, Y.; Fukunaga, T.; Yokozeki, T.; Akima, H.; Funato, K. Resistance training affects GLUT-4 content in skeletal muscle of humans after 19 days of head-down bed rest. *American Physiological Society*. Vol. 99. 1999.

12-Tremblay, A.; Despres, J-P.; Leblanc, C.; Craig, C. L.; Ferris, B.; Stephens, T.; Bouchard, C. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 51. p. 153-7. 1990.

Recebido para publicação 25/09/2013  
Aceito em 15/03/2014