



### Efeitos dos Programas de Treinamento Aeróbio, de Força e Combinado na Glicose Sanguínea em Diabéticos do Tipo 2: uma Revisão Sistemática

*Effects of Aerobic, Strength and Combined Programs Training on Blood Glucose in Type 2 Diabetic: a Systematic Review.*

Alexandre de Souza e Silva<sup>1</sup>,  
Maria Paula Gonçalves Mota<sup>2</sup>.

1. Graduado em Educação Física pela Universidade de Taubaté (UNITAU). Especialista em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). Doutor em Ciências do Desporto pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - UTAD, Vila Real - Portugal. Professor do Centro Universitário de Itajubá-FEPI. Itajubá/MG.

2. Graduada em Educação Física e Desporto Escolar. Doutora em Ciências do Desporto pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - UTAD, Vila Real - Portugal. Professora da Universidade Trás-os-Montes Alto Douro. CIDESD. Vila Real. Portugal.

Trabalho realizado no Centro Universitário de Itajubá-FEPI, Itajubá/MG – Brasil e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - UTAD, Vila Real - Portugal.

Recebido em fevereiro de 2015

Aceito em março de 2015

#### Correspondência

Alexandre de Souza e Silva.  
Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687  
Bairro Varginha  
Itajubá/MG – Brasil  
CEP 37501-002.  
Telefone: 0(55-35)3629-8434.  
E-mail: [alexprofms@yahoo.com.br](mailto:alexprofms@yahoo.com.br)

#### RESUMO

O trabalho tem como objetivo analisar os estudos que avaliaram os efeitos dos programas de treinamento aeróbio, força e combinado nos níveis de glicose sanguínea em indivíduos com diabetes do tipo 2. Foi utilizado o método de revisão sistemática, sendo utilizada a base de dados *PubMed*. As palavras chaves utilizadas para pesquisa foram *training* and *diabetes*. Foram identificados 484 artigos originais. Apenas 17 estudos respeitaram os critérios de inclusão. Os resultados evidenciam que os programas de treinamento aeróbio diminuíram os níveis de glicose. O programa de treinamento de força também foi favorável à diminuição dos níveis de glicose sanguínea. Já o programa de treinamento combinado não demonstrou efeitos favoráveis no controle da glicose sanguínea. Conclui-se que o programa de treinamento aeróbio e de força ajudam a controlar os níveis de glicose sanguínea em indivíduos com diabetes do tipo 2.

**Palavras-chave:** diabetes mellitus, treinamento, glicose.

#### ABSTRACT

The study aims to analyze the studies that evaluated the effects of aerobic, strength and combined programs training in blood glucose levels in people with type 2 diabetes. We used a systematic review method and is used to *PubMed* database. The key words used for searching were *training* and *diabetes*. We identified 484 original articles. Only 17 studies complied with the inclusion criteria. The results show that aerobic training programs decreased glucose levels. The strength training program was also favorable to decrease in blood glucose levels. But the combined training program has not shown favorable effects on blood glucose control. We conclude that the aerobic training and strength helps control blood glucose levels in individuals with type 2 diabetes.

**Keywords:** diabetes mellitus, training, glucose.

## INTRODUÇÃO

A diabetes é uma doença crônica que consiste em níveis elevados de glicose sanguínea.<sup>1</sup> O controle dos níveis de glicose ocorre por meio da insulina, que estimula a captação para os tecidos. Os programas de treinamento contribuem para o controle dos níveis de glicose no sangue, pois estimulam a captação de glicose e melhoram a sensibilidade da insulina com o seu receptor.<sup>2-13</sup> No entanto, a compreensão e revisão dos estudos referentes aos efeitos dos programas de treinamento aeróbio, força e combinado nos níveis de glicose não são muito abordados na literatura, sendo importante o conhecimento para prescrição e controle dos níveis de glicose em diabéticos do tipo 2.

Nesse sentido, foi realizada uma revisão sistemática com o objetivo de analisar os efeitos dos programas de treinamento aeróbio, força e combinado nos níveis de glicose sanguínea em indivíduos com diabetes do tipo 2.

## METODOLOGIA

Para a revisão sistemática da influência dos programas de treinamento

aeróbio, força e combinado nos níveis de glicose foi utilizado o programa *EndNote®* para busca dos artigos. A data da última pesquisa na literatura foi junho de 2013.

Para assegurar a qualidade e pertinência dos artigos científicos, foi utilizada a base de dados *PubMed*, onde encontram-se as melhores e principais revistas e artigos na área de diabetes e treinamento. O descritor utilizado para pesquisa foi *training and diabetes*.

Foram identificados 484 artigos originais e incluídos 17 estudos de revistas científicas com revisão por pares. Foram considerados os estudos mais atuais publicados entre 2009 e 2013, realizados com humanos, média de idade da amostra acima de 50 anos, de programas de treinamento (aeróbio, de força e combinado) e com duração do programa de treinamento de 10 semanas ou mais.

Foram excluídos os seguintes estudos: de revisão com ou sem meta-análise, teses, dissertações, monografias, estudos de corte transversal e amostra com diabetes do tipo 1 (Figura 1).

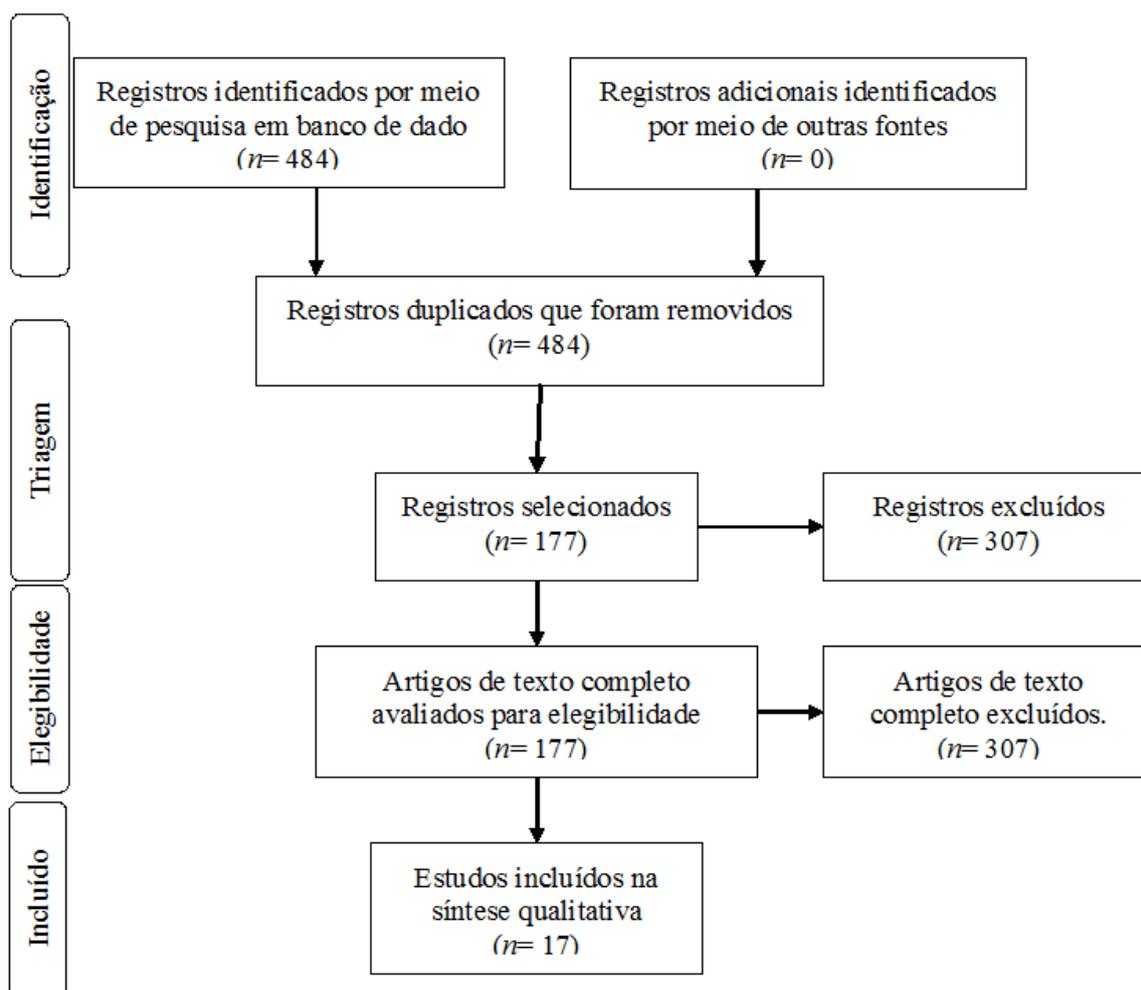


Figura 1 - Artigos dos efeitos dos programas de treinamento nos níveis de glicose em diabéticos tipo 2

Fonte: PRISMA 2009, Diagrama de Fluxo.

Foram observados nos estudos os efeitos dos programas de treinamento nos níveis de glicose. As variáveis moderadoras foram: tipo de treino, duração, frequência e intensidade. Os tipos de treinamento definido foram: aeróbio, força e combinado (aeróbio e força no mesmo programa de treinamento). A duração dos programas de

treinamento em semanas foram no mínimo 10 e no máximo 48 semanas. As frequências das sessões foram de 2 a 5 vezes por semana e a duração destas, variavam entre 20 a 50 minutos nos estudos. A intensidade nos programas de treinamento aeróbio foram de 50 a 80% da FC<sub>máx.</sub> ou 40 a 75% do VO<sub>2</sub><sub>máx.</sub> No

programa de treinamento de força, a carga foi de 60 a 80% de 1RM. Já nos programas de treinamento combinado, nas sessões aeróbias, a intensidade foi de 70 a 80% da FCmáx. e/ou 55 à 80% do VO<sub>2</sub>máx. e no treino de força, a carga foi de 50 a 80% de 1 RM.

## RESULTADOS

O presente estudo analisou a influência dos programas de treinamento aeróbio, força e/ou combinado nos níveis de glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2. As características dos estudos como: referências dos artigos (autor, ano, título e periódico), média da idade (anos), programa de treinamento [tipo de exercício, frequência semanal, intensidade/duração e períodos (semanas)] são apresentados na Quadro 1.

Na análise do Quadro1, pode-se constatar que no programa de treinamento aeróbio, apenas 22% (n=2) dos estudos não controlaram os níveis de glicose no sangue e em 78% (n=7), a glicose sanguínea diminuiu após o programa de treinamento aeróbio. No treino de força, observou-se que em 100% (n=3) dos estudos, os programas de treinamento contribuíram para queda dos níveis de glicose sanguínea após o programa. Já nos programas de treinamento combinado, observou-se que em 60% (n=3) dos estudos não houve diminuição nos níveis de glicose sanguínea e em 40% (n=2) dos estudos com esse tipo de treinamento, foi observada diminuição dos níveis de glicose no sangue.

Quadro 1 - Resultados dos artigos (N=17) de programas de treinamento e níveis de glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2

Nº	Autor (ano)	Título	Média da idade (anos)	Programa de treinamento (Protocolo)				Conclusão (glicose)
				Tipo de exercício	Frequência semanal	Intensidade/duração	Período (semanas)	
01	Terada <i>et al.</i> , (2013) <sup>14</sup>	Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes	62±3	Aeróbio	5 vezes	Intensidade 40% VO <sub>2</sub> máx. de 30 à 30min.	12	Não diminui a glicose
02	Balducci <i>et al.</i> , (2012) <sup>15</sup>	Effect of High-versus Low-Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Type 2	58,4± 8,9 59,5±8,3	Combinado (aeróbio com força)	2 vezes	55% a 70% do VO <sub>2</sub> máx. e 60% à 80% de 1RM	48	Diminui a glicose

		Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES)						
03	Kadoglou <i>et al.</i> , (2012) <sup>16</sup>	The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes	61,3±2,1	Força	3 vezes	2-3X8 a 60-80% 1RM 45 à 60 minutos	12	<b>Diminui</b> a glicose
04	Vind <i>et al.</i> , (2011) <sup>17</sup>	Impaired insulin-induced site-specific phosphorylation of TBC1 domain family, member 4 (TBC1D4) in skeletal muscle of type 2 diabetes patients is restored by endurance exercise-training	52,8±1,3	Aeróbio	4-5 vezes	20 à 35 min. 65% VO <sub>2</sub> máx.	10	<b>Diminui</b> a glicose
05	Colberg <i>et al.</i> , (2010) <sup>18</sup>	Aerobic training increases skin perfusion by a nitric oxide mechanism in type 2 diabetes	53,5±3,2	Aeróbio	3 vezes	45 min. 50-65% da FC de reserva	24	<b>Diminui</b> a glicose
06	Hey-Mogensen <i>et al.</i> , (2010) <sup>2</sup>	Effect of physical training on mitochondrial respiration and reactive oxygen species release in skeletal muscle in patients with obesity and type 2 diabetes.	52,5±1,4	Aeróbio	4-5 vezes	20-35 minutos 65% VO <sub>2</sub> pico	10	Não diminui a glicose
07	Meex <i>et al.</i> , (2010) <sup>19</sup>	The use of statins potentiates the insulin-sensitizing effect of exercise training in obese males with and without Type 2 diabetes.	58,4±0,9	Combinado (Aeróbio com força)	Aeróbio 2 vezes e força 1 vez	30 minutos 55% da carga máxima e 40 minutos em circuito de 8 exercícios de 55% e 2X8 de 75% 1 RM	12	Não diminui a glicose
08	Meex <i>et al.</i> , (2010) <sup>20</sup>	Restoration of muscle mitochondrial function and metabolic flexibility in type 2 diabetes by exercise training is paralleled by increased myocellular fat storage and improved insulin sensitivity	59,4±1,1	Combinado (aeróbio com força)	Aeróbio 2 vezes e força 1 vez	30 minutos 55% da carga máxima e 8 de 55% e 2X8 de 75% 1RM	12	Não diminui a glicose
09	Monteiro <i>et al.</i> , (2010) <sup>21</sup>	Decrease in blood pressure, body mass index and glycemia after aerobic training in elderly women with type 2 diabetes.	60,2±6,8	Aeróbio	3 vezes	50 minutos 60, 70 e 80% FC máx.	13	<b>Diminui</b> a glicose
10	Nielsen <i>et al.</i> , (2010) <sup>22</sup>	Increased subsarcolemmal lipids in type 2 diabetes: effect of training on localization of lipids, mitochondria, and glycogen in sedentary human skeletal muscle	53±1	Aeróbio	4-5 vezes	20-30 minutos 70% VO <sub>2</sub> máx.	10	<b>Diminui</b> a glicose

11	Phielix <i>et al.</i> , (2010) <sup>8</sup>	Exercise training increases mitochondrial content and ex vivo mitochondrial function similarly in patients with type 2 diabetes and in control individuals	59,5±1,2	Combinado (aeróbio com força)	2 vezes	30 minutos 50% carga máxima 2X8 55% 1 RM	12	Não diminui a glicose
12	Wycherley <i>et al.</i> , (2010) <sup>23</sup>	A high-protein diet with resistance exercise training improves weight loss and body composition in overweight and obese patients with type 2 diabetes	55,0±8,4	Força	3 vezes	45 minutos 2X8-12 70-85% 1RM	16	Diminui a glicose
13	Wycherley <i>et al.</i> , (2010) <sup>5</sup>	Timing of protein ingestion relative to resistance exercise training does not influence body composition, energy expenditure, glycaemic control or cardiometabolic risk factors in a hypocaloric, high protein diet in patients with type 2 diabetes	56,6±7,1	Força	3 vezes	45 minutos 2X8-12 70-85% 1RM	16	Diminui a glicose
14	Hansen <i>et al.</i> , (2009) <sup>24</sup>	Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients	58±1 59±2	Aeróbio	3 vezes	Leve: 55 minutos 50% VO2 pico Pesado 40 minutos 75% VO2 pico	24	Diminui a glicose
15	Kanaley <i>et al.</i> , (2009) <sup>25</sup>	Plasticity of heart rate signalling and complexity with exercise training in obese individuals with and without type 2 diabetes	50,0±1,6	Aeróbio	4 vezes	30 minutos 65% VO2 pico	16	Diminui a glicose
16	Mogensen <i>et al.</i> , (2009) <sup>26</sup>	Maximal lipid oxidation in patients with type 2 diabetes is normal and shows an adequate increase in response to aerobic training	52,5±1,4	Aeróbio	5 vezes	30 minutos subiu 50-60-70% VO2 máx.	10	Diminui a glicose
17	Christos <i>et al.</i> , (2009) <sup>27</sup>	Lipoprotein profile, glycemic control and physical fitness after strength and aerobic training in post-menopausal women with type 2 diabetes	55,0±5,2	Combinado (aeróbio com força)	2 vezes	75 minutos 60-70% aumentou 70-80% FCmáx 3X12 60% 1RM	16	Diminui a glicose

## DISCUSSÃO

O estudo analisou a influência dos programas de treinamento aeróbio,

de força e combinado na glicose

sanguínea em indivíduos diabéticos do tipo 2 e encontrou que os programas de

treinamento, de forma geral, demonstram uma melhora nos níveis de glicose. As atividades aeróbicas por recrutarem grandes grupos musculares têm demonstrado bons resultados. Elas melhoram a sensibilidade da insulina pelo seu receptor na membrana, além de estimular os transportadores de glicose para membrana da célula. Os programas de treinamento aeróbio devem preconizar no mínimo 3 sessões de treinamento aeróbio durante a semana. A intensidade da atividade deverá ser na faixa de 50% à 80% da frequência cardíaca máxima ou do volume máximo de oxigênio. O período do programa de treinamento deverá ser no mínimo de 10 semanas.<sup>17,18,21,22,24-26</sup>

No estudo de Terada *et al*,<sup>14</sup> o programa de treinamento aeróbio não influenciou nos níveis de glicose sanguínea. O programa de treinamento contemplava um grupo realizando atividades moderadas, utilizando o método contínuo, com intensidade de

40% do VO<sub>2</sub>máx. O outro grupo realizou atividades mais intensas, utilizando o método intervalado, sendo a intensidade alternada entre 100% do VO<sub>2</sub>máx em 1 minuto e 3 minutos de 20% do VO<sub>2</sub>máx. Em ambos os grupos, as sessões eram de 30 minutos. O volume baixo e a intensidade moderada no primeiro grupo pode ser a causa da ausência de efeitos positivos nos níveis de glicose. Já o grupo que utilizou o método intervalado, demonstrou uma tendência de diminuição dos níveis de glicose, mesmo não sendo significativa, demonstrando a necessidade de mais estudos utilizando esse método para identificar se ele é realmente eficiente no controle dos níveis de glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2.

No estudo de Hey-Mogensen *et al*,<sup>2</sup> os níveis de glicose sanguínea também não apresentaram diferenças entre o pré e o pós teste. O programa de treinamento aeróbio não teve um profissional supervisionando todas as

sessões, o que pode ter influenciado os resultados. O tempo das sessões (20 a 35 minutos) e o período (10 semanas) não foram suficientes para diminuir de maneira significativa os níveis de glicose. Para essa amostra, com média de idade baixa ( $52,5 \pm 1,4$  anos) seriam necessárias sessões de treino com tempos maiores e períodos de treinamento acima de 10 semanas, pois os níveis de glicose apresentaram uma tendência de queda entre pré e pós testes, mas não foram significativos para 10 semanas. Por esses motivos, acreditamos que o treinamento não produziu efeitos nos níveis de glicose devido às sessões e períodos curtos para essa amostra. Portanto, neste estudo, o programa de treinamento aeróbio não diminuiu os níveis de glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2.

Os nossos resultados demonstram que o programa de treinamento de força diminui e controla os níveis de glicose em indivíduos com

diabetes do tipo 2. Podemos observar nos estudos que o programa de treinamento de força, para o controle da glicose, deve contemplar exercício para grandes grupos musculares, com intensidade de 60% até 85% de 1 RM, tendo 2 a 3 series de 8 a 12 repetições.<sup>5,16,22</sup> A duração da sessão pode variar entre 45 e 60 minutos, sendo no mínimo de 3 vezes por semana. Para o processo de adaptação neuro muscular e efeitos positivos nos níveis de glicose, os programas de treinamento de força deverão contemplar no mínimo 12 semanas.<sup>5,16,22</sup>

Devidos aos bons resultados apresentados dos programas de treinamento aeróbio e de força na literatura, acreditamos que alguns autores estão trabalhando para analisarem os efeitos do programa de treinamento combinando e/ou misto (aeróbio e força juntos) nos níveis de glicose em indivíduos com diabetes do

tipo 2. Esse programa de treinamento contribuiria e trabalharia o indivíduo de maneira mais integrada, sendo todos os sistemas preconizados. O estudo de Balducci *et al.*,<sup>15</sup> após 48 semanas demonstrou efeitos positivos nos níveis de glicose sanguínea, ou seja, ocorreu uma diminuição deste parâmetro. O programa contemplou nos exercícios aeróbios uma intensidade de 55% a 70% do VO<sub>2</sub>máx. e nos exercícios de força, a intensidade foi de 60% a 80% de 1RM, sendo 2 sessões semanais apenas. Já no estudo de Christos *et al.*,<sup>27</sup> a glicose também diminuiu. O estudo foi realizado em 16 semanas com 2 sessões semanais conjuntas de exercícios aeróbios e de força. O exercício aeróbio iniciou com intensidade de 60% a 70% da frequência cardíaca máxima e evoluiu para 70% a 80% da mesma. O treino de força teve 3 séries de 12 repetições com intensidade de 60% de 1 RM. O tempo de cada sessão foi de 75 minutos. Embora as sessões de treino

fossem de 2 vezes por semana, a intensidade elevada dos exercícios aeróbios e moderada no treino de força, contribuíram para diminuição da glicose em 16 semanas de treinamento. Portanto, nos programas de treinamento combinados devemos trabalhar com intensidade mais elevadas e períodos de treinamento mais longos, para o controle da glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2.

Já nos dois estudos de Meex *et al.*,<sup>19,20</sup> os níveis de glicose não diminuíram com 12 semanas de programa de treinamento combinado. O programa contemplava 30 minutos nas sessões contínuas, com intensidade de 55% da capacidade aeróbia máxima. As intensidades dos circuitos também foram de 55% da capacidade aeróbia máxima e o tempo de atividade foi de 40 minutos para 8 exercícios. Foram duas sessões de exercícios aeróbios por semana. O treinamento de força foi realizado uma vez por semana com duas

séries de 8 repetições a 75% de 1 RM. Podemos observar que o programa de treinamento combinado que divide as sessões de treinamento aeróbio e de força não apresentam bons resultados. Apesar das intensidades moderadas a alta nos dois exercícios, parece que duas sessões de exercícios aeróbios e uma de força por semana não são capazes de influenciar em um período de 12 semanas os níveis de glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2.

No estudo de Phielix *et al.*,<sup>8</sup> os níveis de glicose também não se alteraram. O programa de treinamento foi realizado com 12 semanas em duas sessões por semana de 30 minutos com exercícios aeróbio e de força. A intensidade do exercício aeróbio foi de 50% da capacidade máxima. O exercício de força contou com duas séries de 8 repetições, com intensidade de 55% de 1RM. As atividades aeróbicas e de força com intensidade moderadas, também não apresentam

efeitos positivos nos níveis de glicose em diabéticos do tipo 2, nos programas de treinamento combinado de 12 semanas com exercícios aeróbios e de força na mesma sessão, tendo esses programas duas sessões semanais de treino.

O treinamento favorece a translocação do GLUT 4 para a membrana celular, o que favorece a entrada de glicose, independente do mecanismo de sinalização pela insulina, sendo os mecanismos relacionados a esta, o aumento das concentrações de cálcio intracelular e o efeito mecânico da própria contração.<sup>28</sup> Na via de sinalização da insulina no músculo estriado esquelético, a mesma liga-se ao seu receptor, uma proteína heterotetramérica, a qual é composta por quatro subunidades, duas alfas e duas betas. Em seguida, a atividade da tirosina quinase leva a auto fosforilação dos resíduos de tirosina, com

subsequente transdução do sinal molecular às proteínas GLUT 4.<sup>28-30</sup>

## CONCLUSÃO

Nesta revisão sistemática procuramos analisar os métodos dos programas de treinamento (aeróbio, força e combinado) e os seus efeitos nos níveis de glicose sanguínea. Conclui-se que, os programas de treinamento aeróbio e de força levam a uma

diminuição e controle da glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2. Já os programas de treinamento combinado não demonstram bons resultados na diminuição e controle da glicose. São necessários mais estudos para sistematização do método combinado, e os efeitos do programa de treinamento nos níveis de glicose em indivíduos com diabetes do tipo 2.

## REFERÊNCIAS

1. Root-Bernstein R. An insulin-like modular basis for the evolution of glucose transporters (GLUT) with implications for diabetes. *Evol Bioinform Online*. 2007;3:317-31.
2. Hey-Mogensen M, Hojlund K, Vind BF, Wang L, Dela F, Beck-Nielsen H, *et al*. Effect of physical training on mitochondrial respiration and reactive oxygen species release in skeletal muscle in patients with obesity and type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2010;53(9):1976-85.
3. Irving BA, Short KR, Nair KS, Stump CS. Nine days of intensive exercise training improves mitochondrial function but not insulin action in adult offspring of mothers with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96 (7):1137-41.
4. Kadoglou NP, Vrabas IS, Kapelouzou A, Lampropoulos S, Sailer N, Kostakis A, *et al*. The impact of aerobic exercise training on novel adipokines, apelin and ghrelin, in patients with type 2 diabetes. *Med Sci Monit*. 2012;18(5):290-5.
5. Wycherley TP, Noakes M, Clifton PM, Cleanthous X, Keogh JB, Brinkworth GD. Timing of protein ingestion relative to resistance exercise training does not influence body composition, energy expenditure, glycaemic control or cardiometabolic risk factors in a hypocaloric, high protein diet in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2010;12(12):1097-105.
6. Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves

- metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract.* 2009;83(2):157-75.
7. Praet SFE, Jonkers RAM, Schep G, Stehouwer CDA, Kuipers H, Keizer HA, *et al.* Clinical study: long-standing, insulin-treated type 2 diabetes patients with complications respond well to short-term resistance and interval exercise training. *Eur J Endocrinol.* 2008;158(2):163-72.
  8. Phielix E, Meex R, Moonen-Kornips E, Hesselink MKC, Schrauwen P. Exercise training increases mitochondrial content and ex vivo mitochondrial function similarly in patients with type 2 diabetes and in control individuals. *Diabetologia.* 2010;53(8):1714-21.
  9. Arora E, Shenov S, Sandhu JS. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. *Indian J Med Res.* 2009;129(5):515-9.
  10. Bweir S, Al-Jarrah M, Almalty AM, Maayah M, Smirnova IV, Novikova L, *et al.* Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr.* 2009;1(27):1-7.
  11. Plotnikoff RC, Courneya KS, Trinh L, Karunamuni N, Sigal RJ. Aerobic physical activity and resistance training: an application of the theory of planned behavior among adults with type 2 diabetes in a random, national sample of Canadians. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2008;5(61): 1-14.
  12. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, *et al.* Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2011;305(17):1790-9.
  13. Larose J, Sigal RJ, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier MS, *et al.* Effect of exercise training on physical fitness in type II diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(8):1439-47.
  14. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boulé NG. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2013;99 (2):120-9.
  15. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, *et al.* Effect of high- versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Plos One.* 2012;7(11):1-9.
  16. Kadoglou NP, Fotiadis G, Athanasiadou Z, Vitta L, Lampropoulos S, Vrabas IS. The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. *Endocrine.* 2012;42(3):561-9.
  17. Vind BF, Pehmøller C, Treebak JT, Birk JB, Hey-Mogensen M, Beck-Nielsen H, *et al.* Impaired insulin-induced site-specific phosphorylation of

- TBC1 domain family, member 4 (TBC1D4) in skeletal muscle of type 2 diabetes patients is restored by endurance exercise-training. *Diabetologia*. 2011;54(1):157-67.
18. Colberg SR, Hill LC, Parson HK, Thomas KS, Vinik AI. Aerobic training increases skin perfusion by a nitric oxide mechanism in type 2 diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2010;4(3):275-80.
  19. Meex RCR, Phielix E, Schrauwen-Hinderling VB, Moonen-Kornips E, Schaart G, Schrauwen P, *et al*. The use of statins potentiates the insulin-sensitizing effect of exercise training in obese males with and without Type 2 diabetes. *Clin Sci*. 2010;119(7):293-301.
  20. Meex RCR, Schrauwen-Hinderling VB, Moonen-Kornips E, Mensink GSM, Phielix E, Phielix E, *et al*. Restoration of muscle mitochondrial function and metabolic flexibility in type 2 diabetes by exercise training is paralleled by increased myocellular fat storage and improved insulin sensitivity. *Diabetes*. 2010;59(3):572-9.
  21. Monteiro LZ, Fiani CR, Freitas MC, Zanetti ML, Foss MC. Decrease in blood pressure, body mass index and glycemia after aerobic training in elderly women with type 2 diabetes. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(5):563-70.
  22. Nielsen J, Mogensen M, Vind BF, Sahlin K, Hojlund K, Schrøder HD, *et al*. Increased subsarcolemmal lipids in type 2 diabetes: effect of training on localization of lipids, mitochondria, and glycogen in sedentary human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2010;298(3):706-13.
  23. Wycherley TP, Noakes M, Clifton PM, Cleanthous X, Keogh JB, Brinkworth GD. A high-protein diet with resistance exercise training improves weight loss and body composition in overweight and obese patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33(5):969-76.
  24. Hansen D, Dendale P, Jonkers RAM, Beelen M, Manders RJF, Corluy L, *et al*. Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. *Diabetologia*. 2009;52(9):1789-97.
  25. Kanaley JA, Goulopoulou S, Franklin RM, Baynard T, Holmstrup ME, Carhart R Jr, *et al*. Plasticity of heart rate signalling and complexity with exercise training in obese individuals with and without type 2 diabetes. *Int J Obes*. 2009;33(10):1198-206.
  26. Mogensen M, Vind BF, Hojlund K, Beck-Nielsen H, Sahlin K. Maximal lipid oxidation in patients with type 2 diabetes is normal and shows an adequate increase in response to aerobic training. *Diabetes Obes Metab*. 2009;11(9):874-83.
  27. Christos ZE, Tokmakidis SP, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM, Douda E, *et al*. Lipoprotein proWle, glycemic

control and physical fitness after  
strength and aerobic training in post-  
menopausal women with type 2

diabetes. Eur J Appl Physiol.  
2009;106:901-7.

**Correspondência:** Alexandre de Souza e Silva. Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687 Bairro Varginha Itajubá/MG –  
Brasil CEP 37501-002. Telefone: 0(55-35)3629-8434. E-mail: [alexprofms@yahoo.com.br](mailto:alexprofms@yahoo.com.br)