

Efeitos do Treinamento Aeróbio, Resistido e Combinado, sobre a Hiperglicemia em Jejum de Diabéticos Tipo 2

Effects of Resisted and Combined Aerobic Training on the Hyperglycemia in Fasting in Diabetic People Type 2

Aparecido Souza Brito^a; Lucas Fernandes Severino^a; Matheus Campagnoli Soares^a;
Guilherme Henrique Prado de Souza^a; Anderson Martelli^{*b}; Lucas Rissetti Delbim^a

^aCentro Universitário de Jaguariúna, Curso de Educação Física, SP, Brasil.

^bFaculdade Mogiana do Estado de São Paulo, Curso de Educação Física, SP, Brasil.

*E-mail: martellibio@hotmail.com

Resumo

Nos últimos anos, avanços importantes foram estabelecidos nos critérios diagnósticos do diabetes mellitus e no conhecimento de novas estratégias de tratamento e controle como o exercício aeróbico e resistido. Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura acerca dos benefícios do treinamento aeróbico e resistido na redução da glicemia em jejum de diabéticos tipo 2. Na pesquisa foram utilizados artigos publicados entre os anos de 1992 a 2017, nos bancos de dados: *Google Acadêmico*, *Bireme*, *SciELO* e *Pub Med*. O Diabetes Mellitus tipo 2 é uma patologia, em que as células β do pâncreas apresentam um déficit na síntese e liberação de insulina resultando em um quadro hiperglicêmico, sendo observado que o treinamento aeróbico facilita a redução da glicemia sanguínea. Já o treino resistido favorece a captação de glicose, por meio da contração muscular, através do receptor GLUT-4, reduzindo a hiperglicemia em jejum nessa patologia. No treino aeróbico e combinado houve redução, mas não tanto quanto o resistido. Em conclusão, foi observado que para a redução da glicemia em jejum no diabetes tipo 2, o exercício resistido é a modalidade mais indicada, tendo como alternativa o combinado por fazer uma junção do aeróbico e resistido em uma sessão de exercícios, favorecendo maior qualidade de vida aos diabéticos.

Palavras-chave: Glicemia. Jejum. Treinamento Resistido. Qualidade de Vida.

Abstract

In recent years important advances have been made in the diagnostic criteria of diabetes mellitus and in the knowledge of new treatment and control strategies such as aerobic and resistance exercise. Thus, the objective of the present study was to perform a literature review about the benefits of aerobic and resistance training in the fasting glycemia reduction in type 2 diabetics. In the research, articles published between the years 1992 to 2017 were used in the databases: Scholar Google, Bireme, SciELO and Pub Med Diabetes Mellitus type 2 is a pathology in which the pancreas β cells present a deficit in the insulin synthesis and release resulting in a hyperglycemic condition, being observed that the aerobic training facilitates the reduction of the blood glucose levels. Resistance training favors the glucose uptake through muscle contraction by the GLUT-4 receptor, reducing fasting hyperglycemia in this pathology. In the aerobic and combined training there was reduction, but not as much as the resisted one. In conclusion, it was observed that for the reduction of fasting glycemia in type 2 diabetes, resistance exercise is the most indicated modality, having as an alternative the combination of aerobic and resistance in an exercise session favoring a higher quality of life to diabetics people.

Keywords: Glycemia. Fasting. Resistance Training. Quality of Life.

1 Introdução

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é um distúrbio metabólico no qual as células β do pâncreas não produzem insulina o suficiente ou o organismo não a usa, adequadamente, para controlar os níveis de glicose na corrente sanguínea, causando um quadro denominado hiperglicemia. O DM2 é bastante comum, atingindo cerca de 90% dos diabéticos, porém não são todos os que necessitam de insulina exógena e/ou medicamentos para controle da glicose, para muitos a atividade física e a alimentação adequada figuram como terapias suficientes (SBD, 2017).

Nesse sentido, o exercício físico tem se mostrado eficiente no controle glicêmico em indivíduos com DM2. Silva e Lima (2002) realizaram uma experiência com pacientes portadores de diabetes e chegaram à conclusão de que o exercício físico regular, com intensidade moderada auxilia no controle

glicêmico dos pacientes, sendo ou não insulino-dependentes, pois os efeitos já puderam ser observados em uma sessão de exercícios.

Segundo Eves e Plotnikoff (2006), Thomas *et al.* (2006) e Sigal *et al.* (2007), os exercícios resistidos têm recebido bastante atenção, pois alguns estudos vêm demonstrando que este tipo de treinamento traz benefícios, como: controle glicêmico, aumento de força e resistência muscular em portadores de DM2.

Marques e Pigo (2016), em uma revisão de literatura, na qual observaram que o treinamento de força (TF) é importante para o controle, o tratamento e a prevenção da DM2, promovendo aumento da sensibilidade dos receptores da insulina, elevação da captação de glicose pelo músculo, potencialização da força muscular, melhora das capacidades físicas, ganho de massa corporal magra e aumento energético. Souza *et al.* (2014) identificaram redução glicêmica

significante proporcionada pelo exercício resistido de alta intensidade em indivíduos com DM2.

Reforçando esses conceitos, a *American College of Sports Medicine* explica que os portadores de DM2, que realizam exercícios físicos de forma regular, apresentam benefícios como melhora da tolerância a glicose e o aumento a sensibilidade à insulina (ACSM, 2014).

O indivíduo portador do DM2 tem sua regulação da glicose comprometida, uma vez que seu organismo está afetado e não produz, de forma suficiente, esse hormônio que faz esta regulação, e existe uma proteína no organismo humano, chamada de GLUT-4, um receptor da insulina que faz o transporte da glicose para o interior das células, através da contração muscular em condições de exercício físico e em condições normais (PAULI *et al.*, 2009).

O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise sobre as concentrações de glicose em jejum com a realização dos exercícios aeróbios, anaeróbios e combinados em pacientes com DM2 e que possa contribuir para a base teórica sobre a temática em questão.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

Para a composição da presente revisão foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados: *Scielo*, *Bireme*, *Medline*, *Pubmed* e biblioteca institucional de artigos científicos publicados entre os anos de entre 1992 a 2017, utilizando como descritores isolados ou em combinação: Glicemia; Jejum; Treinamento resistido; Qualidade de vida, assim como consultas de livros acadêmicos para complementação das informações.

A seleção do material foi efetuada em três etapas. A primeira foi caracterizada pela pesquisa do material, que compreendeu o período entre os meses de março a setembro de 2018 com a seleção de 56 trabalhos. A segunda envolveu a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos visando maior aproximação e conhecimento com o tema. Após essa seleção, buscaram-se os textos que se encontravam disponíveis na íntegra, totalizando 45 trabalhos, sendo esses inclusos na revisão.

Como critérios de inclusão dos artigos foram analisadas a procedência da revista e a indexação, estudos que apresentassem dados referentes ao treinamento aeróbio, anaeróbio e combinado sobre os quadros de hiperglicemia em jejum em portadores de DM2. Como critérios de exclusão se utilizaram a referência incompleta e as informações desacreditadas, já que essa pesquisa visa revisar os conhecimentos atualizados sobre o tema. Por se tratar de um trabalho de revisão, não se aplicam apontamentos éticos em relação à pesquisa com sujeitos humanos ou animais. Não obstante, as diretrizes e os ditames associados à propriedade intelectual foram rigorosamente observados.

2.2 Discussão

2.2.1 Diabetes Mellitus versus exercícios aeróbicos e anaeróbicos

A DM2 é uma doença metabólica, que tem como característica a diminuição da secreção pancreática de insulina e de diminuição da ação da insulina ou resistência da insulina em órgãos periféricos, gerando assim hiperglicemia e glicotoxicidade, que respectivamente são níveis altos de glicose no sangue gerando toxinas (MARCONDES, 2003). Esta patologia se trata de uma síndrome metabólica, que corresponde a 90% dos diabéticos, atingindo, preferencialmente, pessoas obesas com mais de 40 anos, porém atualmente existe uma maior frequência em jovens com mau hábito alimentar, sedentarismo e estresse.

Na DM2, o pâncreas ainda produz insulina, mas o organismo tem uma resistência insulínica, que é uma das causas da hiperglicemia, sendo uma patologia em vários casos assintomática, podendo levar anos para ser descoberta, o que favorece complicações em órgãos alvos. Quando instaurada pode acarretar diversas complicações, como: nefropatia, glaucoma, catarata, retinopatia, pé diabético, pele mais sensível, cardiopatias e cerebrais (SBD, 2017).

No século passado houve grande avanço na diabetologia, podendo evitar total ou parcialmente, o surgimento e o progresso de complicações microvasculares do diabetes, que envolve a otimização do controle glicêmico, redução dos níveis pressóricos e a associação de ambos, o que foi diferente com as doenças macrovasculares, que são cardiopatia isquêmica, doença arterial periférica e doença cerebrovascular, sendo uma das principais causas de morte em diabéticos (SCHAAN; REIS, 2007). As complicações do DM2 podem ser reduzidas em indivíduos, que conseguem reduzir os índices glicêmicos (INZUCCHI *et al.*, 2012).

Sabe-se que o exercício físico tem efeitos agudos e crônicos sobre a glicemia em indivíduos com DM2. Cambri *et al.* (2007) realizaram um estudo para analisar os efeitos agudos e crônicos do exercício sobre o perfil glicêmico de indivíduos com DM2. Para os efeitos agudos foram analisadas a glicemia capilar pré e após exercício, e se notou que houve uma diminuição de 78% da glicemia capilar com uma variação de 0,4 até 62,5% em relação ao pré-exercício e uma redução média da glicemia após exercícios em 18% ($p < 0,05$). Quanto aos efeitos crônicos foi analisada a glicemia capilar no início do estudo, em seis semanas e ao final em doze semanas, tendo a glicemia em jejum apresentado alteração significativa após 6 a 8 semanas, no pré-teste foi de 165 ± 31 mg/dl, em seis semanas 160 ± 26 mg/dl e no pós-teste 141 ± 34 mg/dl, contudo, fica evidente que o exercício físico praticado regularmente auxilia no controle agudo e crônico da glicemia.

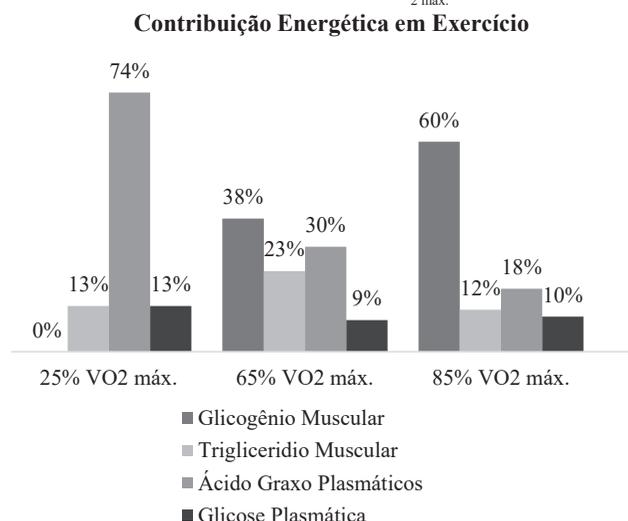
Os exercícios aeróbicos são os mais indicados na DM2 (GIACCA *et al.* 1998; MARTINS; DUARTE, 1998; PASSOS *et al.*, 2002; SILVA; LIMA, 2002). Porém, um estudo controlado, com voluntários do sexo masculino submetidos

a exercício físico aeróbio ou resistido, três vezes na semana por um período de dez semanas, em que foram observados os seguintes resultados: melhora no controle glicêmico, porém a maior redução foi observada nos que fizeram exercício resistido, uma vez que após esse período de pesquisa os níveis de hemoglobina glicada foram significativamente menores que o grupo de exercício aeróbio (BWEYR *et al.*, 2009).

Um dos benefícios do exercício físico é o aumento da captação da glicose e o metabolismo da mesma pelo músculo, isso se explica pelo GLUT-4, que é um transportador de glicose no tecido adiposo, músculo esquelético e cardíaco (PAULI *et al.*, 2009).

O exercício físico, em intensidade moderada de (<65% $VO_{2máx.}$), ocasiona maior oxidação de lipídios, pois o estoque de ácido graxo é superior ao de glicogênio, o ciclo de glicose-ácido graxo pode exemplificar a interação entre lipídio e carboidrato (CHO) durante contrações em diferentes intensidades; no exercício intenso de (>65-75% $VO_{2máx.}$), CHO é usado como substrato energético preferencial no músculo esquelético em contrações intensas, isso acontece, pois a glicose passa a ser predominante quando a demanda energética ultrapassa o ponto, que pode ser mantido pela oxidação de ácidos graxos, tendo como explicação os níveis elevados de AMP, ADP, NH_4^+ e Pi, esses são estimuladores da via glicolítica, durante o exercício intenso ocorre elevação na produção de EROs (espécie reativa de oxigênio), sugerindo assim, que o balanço redox intracelular pode exercer um importante papel na regulação metabólica da glicose durante exercícios intensos (SILVEIRA *et al.*, 2011). Assim é possível analisar, na Figura 1, a contribuição de substrato energético em diferentes intensidades de exercício (SILVEIRA *et al.*, 2011).

Figura 1 - Análise da contribuição energética em três diferentes intensidades de exercícios baseada no $VO_{2máx.}$



Fonte: Adaptado de Silveira *et al.* (2011).

Um estudo realizado com o objetivo de comparar os efeitos do treinamento combinado (TC) e treinamento aeróbio (TA), no controle glicêmico de indivíduos com DM2, foi concluído

que o exercício físico ajuda no controle metabólico, sendo que o TC teve maior eficácia em relação à hemoglobina glicada e o TA maior eficácia em relação à glicose plasmática (MORO *et al.*, 2012). Dunstan *et al.* (1998) realizaram um estudo clínico para analisar os efeitos agudos do exercício físico resistido sobre controle glicêmico em portadores de DM2, sendo observado um efeito significativo sobre o metabolismo da glicose com redução da glicose capilar.

O exercício físico, juntamente com uma alimentação adequada, tem se mostrado eficiente no controle glicêmico de diabéticos e na prevenção de doenças micro a macro vasculares advindas da DM (PAULI *et al.*, 2009). No treinamento de força (TF), que é caracterizado pela prática de exercícios com pesos livres, aparelhos ou peso corporal, aplicado aos indivíduos portadores de DM2, gerando hipertrofia, aumento de força, de resistência e de potência muscular foi constatado uma maior absorção da glicose, aumento de massa magra, melhora das respostas metabólicas em repouso, aumento da sensibilidade da insulina, entre outros (SANTOS *et al.*, 2016). Cauza *et al.* (2005) observaram que o treinamento de força apresentou maior eficácia em relação ao treinamento aeróbio na melhora do controle glicêmico.

O TF gera uma energia celular durante sua prática, que induz a atuação da AMPK, com a ativação desta proteína aumenta a translocação de GLUT-4, favorecendo o transporte da glicose para o interior da célula. Através deste estudo se conclui que o TF é importante para o diabético, pois esse estimula, de maneira significativa, a AMPK que por sua vez aumenta a translocação do GLUT-4 para a membrana, acelerando a absorção de glicose e aumentando a sensibilidade a insulina (SANTOS *et al.*, 2018).

O exercício físico tende a baixar a glicemia após a sessão de exercícios, uma pesquisa realizada com diabéticos tipo 2, que foram submetidos ao treino aeróbio (TA), treino resistido (TR) e treino combinado (TC), sendo divididos em grupos para que fossem analisados os efeitos hipoglicemiantes, com duração de 38 semanas, sendo analisadas 839 glicemias neste período - 322 do grupo TA, 258 do TR e 259 do TC, sendo observado no geral 19 moderadas (50-70 mg/dl), 214 leves (70-100 mg/dl) e nenhum grave (<50 mg/dl), no TA ocorreu 104 hipoglicemias leves e 6 moderadas, no TR 57 leves e 2 moderadas e no TC 53 leves e 11 moderadas. Com base no resultados das glicemias analisadas, em diferentes metabolismos energéticos em exercício, o que houve maior efeito hipoglicemiante foi o TA em relação ao pré-teste, isso pode ser explicado pelo tipo de fibra muscular recrutado no treino aeróbio, do tipo 1, que é oxidativa e ocorre maior ativação de GLUT-4, no TR e TC pouca diferença entre esses grupos, porém o TR ainda houve menos efeitos hipoglicemiantes, concluindo que para o diabético tipo 2, o mais indicado seria o TR ou TC para redução do efeito hipoglicemiante pós-exercício (FERREIRA NETA *et al.*, 2017).

A contração muscular induzida pelo exercício físico resistido promove significativa redução da glicemia plasmática,

por meio da melhora da resistência da insulina (VIND *et al.*, 2012). O exercício físico pode melhorar a sinalização intracelular da via da enzima fosfatidilinositol-3-quinase (PI3-K) (VIND *et al.*, 2012; ZECCHIN; CARVALHEIRA; SAAD, 2004). A ação da PI3-K e das proteínas quinase B (AKT) são importantes pontos beneficiados com a realização do exercício físico resistido, conseqüentemente, melhorando a sensibilidade à insulina (FOLLI *et al.*, 1992). Em conseqüência disso, a contração muscular através do exercício físico resistido promove significativa redução da glicemia plasmática, pelo motivo que entre os tecidos corporais, os músculos estriados esqueléticos são os que promovem maior captação de glicose, devido ao seu tamanho e distribuição no corpo (ARSA *et al.*, 2009; VAN DIJK *et al.*, 2012; ZABAGLIA *et al.*, 2009).

No organismo, a ativação da enzima AMPK mantém a homeostase energética, existindo evidências bioquímicas de que a ativação desta enzima seja o mecanismo principal pelo qual a metformina, um fármaco, produza seus efeitos metabólicos benéficos, que são: diminuição de apetite, aumento de saciedade, suprime a produção hepática de glicose, reduz gliconeogênese, e glicólise, aumenta captação de glicose e reduz absorção intestinal de glicose. Outra forma de ativar a AMPK é por meio do exercício físico, que tem benefícios como: aumento da glicólise, da oxidação de ácidos graxos, da biogênese mitocondrial, captação de glicose e diminuição da síntese de proteínas, de glicogênio, do colesterol e de ácidos graxos (SANTOMAURO JÚNIOR *et al.*, 2008).

Em longo prazo, os DM2 insulino-dependentes sofrem alterações no organismo decorrentes do exercício físico, que podem alterar sua terapia farmacológica (DUNCAN *et al.*, 2003), melhorando a qualidade de vida do portador de DM2 (DÂMASO, 2001). No *Diabetes Prevention Program* (DPP) notaram que diabéticos tratados com mudanças, em seus hábitos, como estilo de vida, dieta, exercícios físicos e hábitos saudáveis, obtiveram resultados superiores aos tratados apenas com fármacos (GHORAYER; DIOGUARDI, 2007).

Assim, no presente estudo foram analisados os efeitos dos exercícios físicos resistidos, aeróbios e combinados. Com o objetivo de saber qual seria o mais indicado para os portadores de DM2, foi verificado que a maioria das pesquisas e de protocolos é de exercícios aeróbios (MERCURI; ARRECHEA, 2004), porém com base nesta revisão foram observados estudos recentes que não corroboram com este fato, tratando que o exercício resistido nos portadores de DM2 tem aumentado e evidenciado benefícios e adaptações fisiológicas, que favorecem o controle glicêmico (SILVA; LIMA, 2002; CIOLAC; GUIMARÃES, 2004, CANCHE; GONZALEZ, 2005; MOURA *et al.*, 2006). O exercício resistido tem sido bastante indicado como auxiliador no tratamento e prevenção da diabetes, de hipertensão, de doenças coronarianas, entre outras (POLLITO; FARINATTI, 2006; NEGRÃO; BARRETO, 2006).

Bweyr *et al.* (2009) observaram melhora significativa no controle glicêmico em indivíduos submetidos ao treino

resistido. Dunstan *et al.* (1998) também observaram melhora significativa no controle glicêmico e metabolismo da glicose, em indivíduos submetidos ao treino resistido. Essa modalidade promove maior contração muscular, o que por sua vez utiliza glicogênio como fonte de energia, reduzindo os níveis de glicose plasmática, aumentando a sua captação no tecido muscular e melhora na sensibilidade da insulina. Corroborando com estes estudos, Vind *et al.* (2012) constataram que a contração muscular induzida pelo treino resistido promoveu significativa redução de glicose plasmática, por meio da menor resistência à insulina. Mercuri (2002); Silva e Lima (2002); Negrão e Barreto (2006) constataram que o exercício resistido provoca diversas adaptações no portador de DM2, como aumento da captação de glicose sanguínea, redução dos valores de hemoglobina glicosada, aumento da resposta dos tecidos a insulina, aumento na concentração de HDL e diminuição de LDL, diminuição de triglicérides e contribuição para a diminuição da pressão arterial.

O treino resistido se comparado ao aeróbio promove maiores efeitos no controle glicêmico (CAUZA *et al.*, 2005); deste modo, diversas pesquisas mostram os benefícios gerados pelos exercícios resistidos nos portadores de DM2, tanto na prevenção quanto no auxílio do tratamento, uma vez que esta patologia afeta cada dia mais a população (BORGES; ARAUJO; CUNHA, 2010). Santos *et al.* (2016) registram que o treino resistido promoveu hipertrofia, força, resistência e potência muscular, conseqüentemente, maior absorção de glicose e aumento da sensibilidade da insulina.

Segundo Fleck e Kraemer (1999), os exercícios resistidos são considerados uma das formas mais conhecidas de treinamento, tanto para promoção da saúde tanto do condicionamento físico. O treino combinado em relação ao aeróbio promoveu benefícios no controle glicêmico e uma maior eficácia na hemoglobina glicosilada e o aeróbio isolado, na glicose plasmática (MORO *et al.*, 2012).

Existe indícios de hipoglicemia pós-exercício aeróbico, em indivíduos portadores de DM2, Ferreira Neta *et al.* (2017) realizaram um estudo para analisar esta variável e concluíram ocorrer hipoglicemia nesta modalidade, assim, para o DM2, o mais indicado seria o treino resistido ou combinado para reduzir este efeito.

Uma pesquisa apontou que indivíduos, portadores de DM2, praticam menos exercícios e ou atividades físicas, quando comparado aos DM1, levando em consideração que os DM2 são consideravelmente mais velhos, evidenciando que não têm a mesma disponibilidade e requer cuidados especiais durante sua rotina de treinos, sendo retratado como motivo dessa prática a falta de tempo, o desconforto e a restrição médica. Contudo, o exercício físico praticado regularmente é um importante componente do tratamento do DM, e mesmo assim não é comumente adotada pelos portadores da doença (DUARTE *et al.* 2012).

3 Conclusão

Com base no presente estudo, foram observados os efeitos dos exercícios aeróbios, resistidos e combinados, e o exercício aeróbio foi o que se mostrou mais estudado, porém nessa revisão foi verificado que o exercício, resistido ou combinado, é mais eficiente no DM2, tanto em reduzir a hiperglicemia em jejum e diminuir o efeito hipoglicemiante do exercício físico, entre outros benefícios, que acometem os portadores dessa patologia, caracterizada por um descontrole ou redução na síntese de insulina e captação, favorecendo quadros de hiperglicemia.

Apesar da eficácia dos exercícios resistidos e combinados estar consolidada na comunidade científica, alguns pontos necessitam ser avaliados, para que se possa aperfeiçoar mais estes métodos, estabelecendo melhores protocolos, reduzindo oscilações e, conseqüentemente, os erros, sugerindo a continuidade das pesquisas sobre a referente temática com amostras representativas para maior elucidação sobre os resultados e parâmetros balizadores de segurança.

Referências

ACSM - American College of Sports Medicine. *Diretrizes do ACSM para testes de esforço e sua prescrição*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

ARSA, G. *et al.* Diabetes Mellitus Tipo 2: aspectos fisiológicos, genéticos e formas de exercício físico para seu controle. *Rev. Bras. Cineantrop. Desemp. Hum.*, v.11, n.1, p.103-111, 2009.

BORGES, G.A.; ARAÚJO, S.F.; CUNHA, R M. Os benefícios do treinamento resistido para portadores de Diabetes Mellitus tipo 2. *Rev. Digital*, v.15, n.151, 2010.

BWEYR, S. *et al.* Resistance exercise training lowers hba1c more than aerobic training in adults with Type 2 Diabetes. *Diabetol. Metab. Syndr.* v.1, n. 27, 2009. doi: 10.1186/1758-5996-1-27

CAMBRI, L.T. *et al.* Efeito agudo crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em Diabéticos tipo 2. *Motriz*, v.13, n.4, p.238-248, 2007. doi: 10.5016/788

CANCHER, K.A.M.; GONZALEZ, B.C.S. Exercício de resistência muscular em adultos com Diabetes Mellitus tipo 2. *Rev. Latinoam. Enferm.*, v.13, n.1, 2005.

CAUZA, E. *et al.* The relative benefits of endurance and strenght training on the metabolic factors and muscle function of people with Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch. Phys. Rehabil.*, v.86, n.8, p.1527-1533, 2005. doi: 10.1016/j.apmr.2005.01.007

CIOLAC, E.; GUIMARÃES, G. Exercício físico e Síndrome Metabólica. *Rev. Bras. Med. Esporte*, v.10, n.4, 2004.

DÂMASO, A. A nutrição e exercício na prevenção de doenças. Rio de Janeiro: MEDSI, 2001.

DUARTE, C.K. *et al.* Nível de atividade física e exercício físico em pacientes com Diabetes Mellitus. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, v.58, n.2, p.215-221, 2012. doi: 10.1590/S0104-42302012000200018

DUNCAN, G. E. *et al.* Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes Care*, v.26, p.557-562, 2003. doi: 10.2337/diacare.26.3.557

DUNSTAN, D.W. *et al.* Effects of a short-term circuit weight training program on glycemic Control in NIDDM. *Diab. Res.*

Clin Pract., v.40, n., p.53-61, 1998. doi: 10.1016/S0168-8227(98)00027-8

EVES, N. D.; PLOTNIKOFF, R. C. Resistance training and type 2 diabetes: considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care*, v.29, n.8, p. 1933-1934, 2006. doi: 10.2337/dc05-1981

FERREIRA NETA, J.S.M. *et al.* Hipoglicemia em Diabéticos Tipo 2 Praticantes de exercício físico. *ConScientiae*, v.16, n.1, p.58-64, 2017.

FLECK, S.; KRAEMER, W.J. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Porto Alegre. Artmed, 1999.

FOLLI, F. *et al.* Insulin stimulation of phosphatidylinositol 3-kinase activity and association with insulin receptor substrate 1 in liver and muscle of the intact rat. *J. Biol. Chem.*, v.267, n.31, p.2171-2177, 1992.

GIACCA, A. *et al.* Glucose production, utilization, and cycling in response to moderate exercise in obese subjects with Type 2 Diabetes and Mild Hyperglycemia. *Diabetes*, v.47, n.11, p.1763-1770, 1998. doi: 10.2337/diabetes.47.11.1763

GHORAYER, N.; DIOGUARDI, G. *Tratado de cardiologia do exercício e do esporte*. São Paulo: Atheneu, 2007.

INZUCCHI, S. E. *et al.* Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes: a patient – centered approach position statement of the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetologia*, v.55, p.1577-1596, 2012. doi: 10.2337/dc12-0413

MARCONDES, J.A.M. Diabetes Mellito: fisiopatologia e tratamento. *Rev. Fac. Ciênc. Med.*, v.5, n.1, p.18-26, 2003.

MARQUES, L.F.F.; PIGOSO, A.A. O treinamento de força para Diabéticos Tipo 2. *Rev. Saúde Foco*, v.3, n.1, p.36-45, 2016.

MARTINS, D.M.; DUARTE, M.F.S. Efeitos do Exercícios Físico Sobre o Comportamento da Glicemia em Indivíduos Diabéticos. *Rev. Bras. Atividade Fis. Saúde*, v.3, n.3, p.32-44, 1998.

MERCURI, N.; ARRECHEA, V. *Atividade física e Diabetes Mellitus*. Buenos Aires: Faculdade de Ciências Médicas, 2002.

MORO, A. R. P. *et al.* Efeito do treinamento combinado e aeróbio no controle glicêmico no Diabetes Tipo 2. *Fisioter. Mov.*, v.25, n.2, p.399-409, 2012.

MOURA, D.; MATTOS, D.; HIGINO, W. Efeito do treinamento resistido em mulheres portadoras de Diabetes Mellitus tipo 2. *Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde*, v. 11, n. 12, 2006.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. *cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata*. Barueri: Manole, 2006.

PASSOS, A. P. *et al.* Diabetes Mellitus Tipo 2 e exercício físico aeróbico. *Diabetes Clin.*, v.5, p.375-380, 2002.

PAULI, J. R. *et al.* Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no musculo esquelético. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* v.53, n. 4, p. 399-408, 2009.

POLLITO, M.D.; FARINATTI, P.T.V. Comportamento da pressão arterial após o exercício contra – resistência: uma revisão sistemática sobre variáveis determinantes e possíveis mecanismos. *Rev. Bras. Med. Esp.*, v. 12, n.6, 2006.

SANTOS, A. F. *et al.* Efeitos do Treinamento de Força em Pessoas Portadoras de Diabetes Mellitus Tipo 2. *Rev. Odontol.*, v. 37, n. 1, p.33-40, 2016.

SANTOS, G.J.; OLIVEIRA, C.A.; REZENDE, L.F. CNTF Protects min6 cells against apoptosis induced by alloxan and il-1 β through down regulation of the AMPK Pathway. *Cellular Signaling*, v.23, 10, p. 1669-76, 2011. doi: 10.1016/j.

cellsig.2011.06.001

SANTOS, J. L. *et al.* Mecanismos moleculares de absorción de glucosa muscular en respuesta al ejercicio de la fuerza: una revisión. *JEPonline*, v.20, n.4, p. 200-211, 2017.

SANTOMAURO JÚNIOR, A. C. *et al.* Metformina e AMPK: Um antigo fármaco e uma nova enzima no contexto da síndrome metabólica. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* v.52, n. 1, p. 120-125, 2008.

SCHAAN, B. D.; REIS, A. F. Doença cardiovascular e diabetes. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, v. 51, n.2, 2007.

SIGAL, R. J. *et al.* Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 Diabetes: a randomized trial. *Ann. Intern. Med.*, v.247, n. 6, p. 357-369. 2007.

SILVA. C.A.; LIMA. W.C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 a Curto Prazo. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, v.46, n.5, p.550-556, 2002.

SILVEIRA, L. R. *et al.* Regulação do Metabolismo de glicose e ácido graxo no músculo esquelético durante exercício físico. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* v.5, n.5, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes 2017-2018. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/profissionais/images/2017/diretrizes/diretrizes-sbd-2017-2018.pdf>

SOUZA, R.A.L. *et al.* Redução da glicemia através do exercício resistido de alta intensidade em indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2. *Rev. Bras. Prescrição Fisiol. Exerc.*, v.8, n.50, p.871-876, 2014.

THOMAS, D. E. *et al.* Exercise for Type 2 Diabetes Mellitus. *Cochrane Database Syst*, n.3, 2006.

VAN DIJK, J.W. *et al.* Both Resistance – and endurance – type exercise reduce the prevalence of hyperglycaemia in individuals with impaired glucose tolerance and in insulin-treated and non-insulin-treated Type 2 Diabetic patients. *Diabetologia*, v.55, p. 1273-1282, 2012. doi: 10.1007/s00125-011-2380-5

VIND, B. F. *et al.* Hyperglycaemia normalises insulin action on glucose metabolism but not the impaired activation of akt and glycogen synthase in the skeletal muscle of patients with Type 2 Diabetes. *Diabetologia*, v.55, p.1435-1445, 2012. doi: 10.1007/s00125-012-2482-8

ZABAGLIA, R. *et al.* Efeitos dos exercícios resistidos em portadores de Diabetes Mellitus. *Rev. Bras. Prescrição Fisiol. Exerc.*, v.3, n.18, p.547-558, 2009.

ZECCHIN, H.G.; CARVALHEIRA, J.B.C.; SAAD, M.J.A. Mecanismos Moleculares de Resistência à Insulina na Síndrome Metabólica. *Rev. Soc. Cardiol.*, v.4, p.574-589, 2004.