

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LAIS BIANCA BÉRGAMO DE ALMEIDA

ATIVIDADE FÍSICA E SUA RELAÇÃO COM A DIABETES MELLITUS



**CURITIBA
2019**

LAIS BIANCA BÉRGAMO DE ALMEIDA

ATIVIDADE FÍSICA E SUA RELAÇÃO COM A DIABETES MELLITUS

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Dr. Ragami Chaves Alves.

**CURITIBA
2019**

Dedico este trabalho aos meus maiores
incentivadores: “Meu pai, minha mãe, meus
irmãos e toda minha família”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus...

Agradeço a meus pais, José e Mara, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço a meus amigos, que sempre me incentivaram e estiveram presentes.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao meu orientador deste trabalho.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício.

RESUMO

O diabetes mellitus (Dm) é o nome dado a um grupo de distúrbios metabólicos que resultam em concentrações elevadas de glicose no sangue. Embora esta seja uma das doenças mais comuns no mundo, a sua incidência tem aumentado significativamente ao longo dos anos. O treinamento de força (TF) é considerado uma possível estratégia para prevenir e atenuar esse quadro. No entanto, existem ainda divergências sobre esse posicionamento. Desta maneira o objetivo do presente estudo foi revisar a literatura científica sobre o efeito do TF em portadores de diabetes. Bases de dados foram pesquisadas, e de acordo com os critérios de exclusão, no primeiro momento da busca foram identificados 449 estudos, dos quais foram selecionados apenas 34 para análise posterior. Por fim resultaram 15 artigos selecionados para serem lidos na íntegra e realizar a extração dos dados. Dentre os estudos, 11 apresentaram resultados significativos positivos para redução nas concentrações de glicose no sangue e sensibilidade à insulina, sendo que 4 estudos não obtiveram resultados relevantes. Porém, devem ser analisados com cautela devido à falta de evidências mais precisas e intercorrências metodológicas. Mas em na maior parte dos estudos revisados direcionam o TF como uma excelente estratégia para atenuar a diabetes. Desta maneira, concluímos que no primeiro momento o TF é eficaz no combate a diabete, contudo, ainda são necessários mais estudos controlados randomizados que apresentem maior duração, homogeneidade entre os protocolos aplicados e amostras avaliadas.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus, exercício físico, treinamento resistido.

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is the given name of a group of metabolic disorders that result in high concentrations of glucose in the blood. Although this is one of the most common sicknesses worldwide, its rate keep significantly increasing over the years. Strength training (TF) is considered a possible strategy to prevent and reduce this fact. However, there is still no definite point concerning it. Thus, the objective of this study was to review the scientific literature on the effect of TF in patients with diabetes. According to the exclusion criteria and after a comprehensive database researched, 449 studies firstly picked out. After deeper examination, 34 were selected for further analysis. Finally, 15 out of these articles were chosen to be fully worked and eventually perform the data extraction. Among these samples, 11 presented significant positive results for reduction in blood glucose concentrations and insulin sensitivity, and 4 studies did not find relevant results. However, they should be better analyzed due to the lack of detailed evidences and methodological interurrences. Nevertheless, most of the reviewed studies found TF as an excellent strategy to reduce diabetes. This way, at first sight we conclude that TF is effective against the diabetes, however, it is still necessary more randomized controlled studies in which are applied: longer period of testing, homogeneity between the protocols and the samples evaluated.

Keywords: Diabetes Mellitus, exercise, resistance training.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. METODOLOGIA.....	10
3. RESULTADOS.....	11
3.1 DISCUSSÃO	15
4. CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

Hábitos de vida inadequados, não praticar exercícios físicos e predisposição genética contribuem para o avanço da síndrome metabólica (KEANE et al., 2015). Esta síndrome é multifacetada e se caracteriza pelo excesso de peso, resistência à insulina, intolerância a glicose, dislipidemia e pressão arterial elevada. Tais alterações apresentam associação com o infarto do miocárdio, que por sua vez, é uma das maiores causas de mortalidade no mundo (LAKKA et al., 2003).

O diabetes mellitus (Dm) é o nome dado a um grupo de distúrbios metabólicos que resultam em níveis elevados de glicose, sendo considerada uma das doenças mais comuns no mundo e sua incidência aumentada significativamente ao longo dos anos (HENRIKSEN, 2002). Estima-se que a população mundial com diabetes seja de 387 milhões e que alcance 471 milhões em 2035 (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015-2016). No Brasil, de acordo com dados da Fundação Internacional de Diabetes, (2015) existem 14 milhões de adultos com este distúrbio, na faixa etária de 20 a 79 anos, podendo alcançar 19,2 milhões em 2035.

O diabetes tornou-se uma epidemia generalizada, principalmente devido à crescente prevalência de diabetes tipo 2 (COLBERG et al., 2010). Esta incidência em geral tem sido relacionada ao sedentarismo, maus hábitos alimentares e histórico familiar (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015-2016). A Dm é classificada em quatro classes clínicas: Dm tipo 1, Dm tipo 2, outros tipos específicos e Diabetes Mellitus Gestacional, havendo ainda duas categorias, referidas como pré-diabetes, que são a glicemia de jejum alterada e a tolerância à glicose diminuída (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015-2016).

O exercício físico tem sido demonstrado que a sua realização de forma regular irá apresentar melhoras significantes, sendo que a maioria dos benefícios da atividade física no tratamento do diabetes tipo II está relacionados às respostas agudas e crônicas sobre a ação da insulina, tanto nos exercícios aeróbios quanto nos exercícios resistidos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2010).

Existem evidências que apontam a exercício físico, juntamente com dieta e medicamentos como primordial para o tratamento da Dm tendo entre seus benefícios a redução e manutenção do peso corporal, redução da pressão arterial, melhora do perfil lipídico, do perfil psicológico e de uma série de sintomas relacionados à síndrome metabólica (OSTERGARD et al ., 2007). Desta maneira o objetivo do presente estudo

é revisar a literatura científica sobre a importância do exercício físico aos portadores de diabetes.

2 METODOLOGIA

Esta revisão foi realizada para avaliar os estudos relevantes sobre os efeitos do TF em indivíduos com diabetes tipo II. Os procedimentos metodológicos utilizados no presente estudo foram de acordo com Thomas e Nelson (2012).

A busca dos artigos foi delimitada entre os anos 2017 e 2019, sendo que essa pesquisa ocorreu no dia 22 novembro de 2018. O levantamento foi realizado em periódicos indexados nas bases de dados Pubmed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Scientific Electronic Library Online (SCIELO). Para efetuar a busca com maior precisão foram utilizados descritores em ciências da saúde (DeCs): “resistance training” and “diabetes mellitus” e seus correspondentes em português: “treinamento resistido” e “diabetes mellitus”. A leitura do material foi conduzida entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019. Os critérios de elegibilidade dos artigos foram: a) artigos originais; b) dados relacionados a Diabetes Mellitus; c) intervenção com TF; d) apenas pesquisas com seres humanos. Os critérios de exclusão foram: a) livros; b) capítulos de livros; c) monografias; d) dissertações e teses; e) resumos expandidos.

No primeiro momento, o processo de busca foi identificado um total de 449 estudos, sendo que 446 foram encontrados na base de dados Pubmed, 1 no LILACS e 2 no SCIELO. Após a avaliação dos títulos, apenas 34 estudos foram selecionados para análise posterior.

Por fim, foram selecionados somente 15 artigos para serem lidos na íntegra e posteriormente analisados para a extração dos dados.

3 RESULTADOS

A tabela abaixo apresenta resumidamente os resultados dos artigos revisados. A revisão identificou 15 artigos, dos quais 11 demonstraram resultados positivos do treinamento de força sobre o quadro da diabetes e 4 não demonstraram nenhum efeito.

Autores	Amostra	Intervenção	Resultados
Morais, et al. (2017)	CT- n: 13 idade: 68,2 ± 5,3 M: 69,2 ± 14,8 IMC: 28,5 ± 5,8	2 semanas; sendo uma intervenção de TF e após 7 dias uma intervenção de caminhada guiada. A sessão de TF foi realizada no formato de circuito. 60% and 70% - frequência de reserva.	↑ os níveis circulantes totais de mir-146 ^a ↓ nos níveis de glicose no sangue.
	CST- n: 10 idade: 67,5 ± 4,9 M: 67,5 ± 9,5 IMC: 27,5 ± 2,9		
Wormgoor, et al. (2018)	MICT- n:11 Idade: 53,7	12 semanas; 2 grupos, 3 fases progressivas de TF. - 2 séries de 15 reps. (66% de 1 RM) na fase introdutória; - 3 séries de 10 reps. (75% de 1 RM) na fase intermediária; - 2 séries de 12 reps. (75% de 1 RM) na fase final.	↓ de glicose no sangue em ambos grupos sendo significativamente maior no HIIT;
	HIIT- n:11 Idade: 54,9		
Kataoka, et al. (2017)	C- n: 6 homens Idade: 66,8 ± 9,8 IMC: 28,8 ± 5,9 I- n: 6 homens Idade: 60,8 ± 14,2 IMC: 25,5 ± 2,4	2 semanas; 2 grupos, intervenção (treinamento aeróbico e resistência localizada) e controle (somente aeróbico). Exercício de força específico para os pés.	Não apresentou melhora nos níveis de Hba1c;

Pandey, et al. (2015).	<p>C- n: 41 Idade: 58,6 ± 8,3 IMC: 34,8 ± 6,2</p> <p>R- n: 59 Idade: 55,2 ± 8,1 IMC: 34,3 ± 5,9</p> <p>NR- n: 102 Idade: 57,6 ± 7,7 IMC: 34,1 ± 5,6</p>	<p>9 meses; um grupo controle e três grupos de treinamento supervisionados. Onde o grupo de TF treinava 3 vezes na semana, 2 séries de 10 a 12 reps. de uma sequencia de 9 exercícios. E o aeróbico realizado de 3 a 5 vezes na semana, entre 50 e 80% do VO2máx.</p>	<p>melhora significativa no controle glicêmico, ↓ obesidade; ↓ % de gordura corporal</p>
Naylor, et al. (2016)	<p>C- n: 4mulheres e 1 homem Idade: 17,3 ± 0,8 IMC: 30,0 ± 2,2</p> <p>I- n: 4 mulheres / 2 homens Idade: 15,3 ± 0,8 IMC: 36,1 ± 3,9</p>	<p>12 semanas; 2 grupos, Controle (tratamento padrão) e Intervenção (programa de exercícios, juntamente com o atendimento clínico padrão). Os participantes do grupo de exercícios participaram de 3 intervenções semanais, onde todas as sessões usaram um regime de treinamento aeróbico combinado e força.</p>	<p>Não revelou melhorias significativas na sensibilidade à insulina.</p>
Reddy, et al. (2018)	<p>I- n: 10 / 6 mulheres e 4 homens Idade: 33 ± 6 IMC: 24,4 ± 2,1</p>	<p>3 semanas; duas sessões de exercícios aeróbicos, duas sessões de TF e dois dias de controle correspondentes. As intervenções de TR foram realizadas em 60–80% de 1-RM</p>	<p>↑ hipoglicemia após atividade física estruturada; o TR também levou à perda de sono, o impacto foi menor e não estatisticamente significativo.</p>

Rissanen, et al. (2017)	<p>I- n: 8 Idade: 33,4 ± 6,3 IMC: 24,9 ± 2,8</p> <p>C- n: 8 Idade: 37,9 ± 7,1 IMC: 26,3 ± 3,8</p>	<p>Um ano de intervenção em um ambiente do mundo real sem supervisão. O grupo I realizou em média 3-4 sessões de TF por semana.</p>	<p>Em ambos os grupos, ↓ dose basal de insulina diminuiu em DM1; nenhum benefício glicêmico foi evidente em DM1.</p>
Russuell, et al. (2017)	<p>I- n: 17 (11H / 6M) Idade: 52 ± 2 IMC: 31,2 ± 1,1</p>	<p>6 semanas com frequência semanal de 3 dias, os quais foram supervisionados. TR realizada com cada conjunto de exercício até a falha muscular (6 a 15 reps.), carga aumentada e mantida entre 65 e 85% do máximo de uma repetição calculada).</p>	<p>TF ↑ resposta à insulina e melhora do perfil glicêmico.</p>
Sacre, et al. (2014)	<p>I- n: 24 Idade: 59 ± 10 IMC: 32 ± 6</p> <p>C- n: 25 Idade: 60 ± 9 IMC: 32 ± 5</p>	<p>6 meses, com frequência semanal de 2 dias, nos quais realizaram 20-40 minutos de exercício aeróbico e 6-12 exercícios de força.</p>	<p>Não houve melhora significativa na sensibilidade a insulina.</p>
Vinetti, et al. (2015)	<p>I- n: 10</p> <p>C- n: 10</p>	<p>1 ano, 3 grupos. Grupo de intervenção (TA, TR e flexibilidade), grupo controle e grupo de referência. TR consistia em 40 a 50 min de exercícios envolvendo os principais grupos musculares, onde começou com 3 séries de 8 reps., em seguida, progressivamente em 3 séries de 12-15 reps.</p>	<p>↓significativa da glicose no sangue.</p>

Church, et al.(2010)	<p>C- n: 41 Idade: 58.6 ± 8.2 M: 97,0 ± 20,0 IMC: 34,8 ± 6,2</p> <p>TR- n: 73 Idade: 56,9 ± 8,7 M: 96,9 ± 16,6 IMC: 34,1 ± 5,4</p> <p>TA- n: 72 Idade: 53,7 ± 9,1 M: 97,5 ± 18,6 IMC: 34,7 ± 6,1</p> <p>TC- n: 76 Idade: 55,4 ± 8,3 M: 100,6 ± 20,4 IMC: 35,8 ± 6,2</p>	<p>9 meses; um grupo controle e 3 grupos de exercícios: treinamento aeróbico, treinamento de resistência e uma combinação de TA e TR. TA e TC realizaram seu exercício aeróbico em cerca de 65% do consumo máximo de oxigênio. TR exercitaram-se 3 dias por semana, em média 141 min, sendo 2 séries de 9 exercícios entre 10 a 12 reps.</p>	<p>↓ significativas nos níveis de glicose no sangue no grupo de treinamento combinado.</p>
Wagner, et al. (2016)	<p>I- n:16 (4 mulheres / 12 homens) Idade: 56 IMC: 28,3</p>	<p>12 semanas; grupo aeróbico e treinamento de resistência, três vezes por semana, duas intensidades (50 e 80% da capacidade máxima).</p>	<p>Melhoria do controle glicêmico, melhoria na sensibilidade à insulina.</p>
Yang, et al. (2017)	<p>RT1- n: 16 Idade: 52,2 ± 1,0 IMC: 32,5 ± 0,9</p> <p>RT2- n: 17 Idade: 49,8 ± 1,4 IMC: 30,2 ± 0,7</p> <p>RT3- n: 18 Idade: 54,6 ± 1,2 IMC: 32,4 ± 0,8</p>	<p>6 meses, 3 grupos; RT1, RT2 e RT3, sendo intensidades prescritas de (50-75% de 1-RM) e volumes (2-3, 7-15 conjuntos de repetições de cada) de formação de resistência, combinado com TA realizado 5 vezes na semana 60-80% da frequência cardíaca de reserva.</p>	<p>Todos os grupos melhoraram a partir de sua linha de base pré-formação em hba1c, insulina, VO 2pico, e a composição corporal; = o volume total de RT não afetou significativamente as alterações nos níveis de hba1c.</p>

Bacchi, et al.(2012)	AE- n: 20 (14 homens /6 mulheres) Idade: 57,2 ± 1,6 IMC: 29,5 ± 1,1	4 meses, dois grupos (aeróbico e resistência) onde ambos os grupos experimentais exercitaram-se três vezes por semana durante 60 minutos.	Ambos os grupos melhoraram igualmente para glicose e sensibilidade à insulina em diabéticos tipo II.
	F- n: 20 (14 homens /6 mulheres) Idade: 55,6 ± 1,7 IMC: 29,2 ± 1,0		

YARDLEY, et al. (2013)	I- n: 12 (10 homens / 2 mulheres) Idade: 31,8 ± 15,3 IMC: 25,3 ± 3,0	Foram realizadas as seguintes sessões, separadas por no mínimo 5 dias: 1) exercício resistido, três séries de oito repetições (duração de 45 min); 2) o exercício aeróbico (60%de VO_{2max}); 3) controle sem exercício, 45 min de repouso sentado.	↓ Glicose plasmática durante o exercício resistido e o exercício aeróbico. Níveis de glicose mais estáveis em TR.
---------------------------	--	---	---

CT: grupo com controle; **CST:** grupo sem controle; **IMC:** índice de massa corporal; **I:** intervenção; **C:** controle; **M:** massa corporal; **TF:** treinamento de força; **TR:** treinamento resistido; **n:** participantes; **MICT:** intensidade moderada continua; **HIIT:** intervalo de formação de alta intensidade; **RM:** repetição máxima; **Hba1c:** hemoglobina glicosilada; **R:** responsivos; **NR:** não responsivos; **RT1:** treinamento de resistência 1; **RT2:** treinamento de resistência 2; **RT3:** treinamento de resistência 3; **AE:** aeróbico; **F:** força;

3.1 DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão forneceram evidências de 15 estudos randomizados totalizando 763 participantes. O objetivo do presente estudo, era revisar a literatura e analisar os resultados do exercício físico sobre os indivíduos portadores de DM. Ao investigar os níveis de glicose no sangue e a sensibilidade a insulina, foram

encontrados 11 resultados positivos e outros 4 que não trouxeram evidências significativas.

No estudo de Moraes, et al. (2017), relataram uma maior diminuição da glicemia sérica entre os diabéticos em comparação com os não-diabéticos após ambas as intervenções. No entanto, a extensão da redução foi claramente maior entre os praticantes de TF, sendo acompanhada por uma alteração positiva nos níveis circulantes totais de miR-146a, que demonstraram mudanças significativamente maiores entre os diabéticos. Wormgoor, et al. (2018) também obteve resultados positivos em ambos os grupos pesquisados em relação a glicose no sangue, tendo um destaque para o grupo HIIT; tais resultados podem ser explicados devido a glicose ser uma fonte energética importante para a contração muscular durante o exercício físico com elevadas intensidades.

Os resultados obtidos no terceiro estudo, sugerem que o treinamento melhora os parâmetros metabólicos em pacientes com DM2 independente de mudanças no componente cardiorrespiratório (PANDEY, et al. 2015). Ainda, Vinetti, et al. (2015), afirmaram que o treinamento físico pode afetar positivamente a sensibilidade à insulina e os níveis sanguíneos de colesterol LDL, juntamente com aumento da capacidade cardiorrespiratória e uma composição corporal saudável.

Em um estudo de treinamento de longo prazo foram apresentadas evidências de que a dose basal de insulina diminuiu significativamente em DM1, mas não foram observadas alterações na sua dose total de insulina ou HbA 1c (RISSANEN, et al. 2017).

Russuell, et al. (2017), Wagner, et al. (2016) e Bacchi, et al. (2012), em todos foram observadas melhoras no controle glicêmico e na sensibilidade à insulina em todos os grupos submetidos a intervenção.

Yang, et al. (2017) encontraram que não havia nenhuma diferença significativa no controle glicêmico a longo prazo com alta ou baixa intensidade, em TR, e que 3 meses de combinados foram suficientes para mostrar melhoras na HbA1c.

Outro achado significativo foi o encontrado no estudo de Church et al., 2010, no qual relataram que embora o TF e o treinamento aeróbico possam proporcionar benefícios, somente a combinação dos dois foram associados a reduções na HbA 1c. Entretanto, Yardley, et al. (2013), confirmam em seus resultados que indivíduos treinados com DM1 que habitualmente praticam tanto o exercício aeróbico quanto de resistência, que exercícios de resistência pode resultar em níveis de glicose mais estáveis durante e

após o exercício. Em oposição aos resultados positivos foram encontrados ausência de efeito do treinamento sobre índice glicêmico e sensibilidade à insulina, o que nos coloca em questionamento.

O estudo mais recente relacionado a tal questão, foi o de Reddy, et al. (2018), no qual apresentam evidências de uma amostra que foi avaliada sobre o efeito do exercício e seus resultados obtidos confirmam uma maior hipoglicemia após atividade física.

Kataoka, et al. (2017), de um programa de exercício com duração de duas semanas não obtiveram resultados que demonstraram melhora nos níveis de Hba1c.

Em um estudo de 12 semanas, no qual o grupo controle não revelou melhora na sensibilidade à insulina, entretanto, no grupo intervenção houve uma diminuição significativa, ou seja o TF pode atenuar a progressão natural do diabetes tipo 2 e suas complicações (NAYLOR, et al. 2016).

Sacre, et al. (2014) mostraram em seu estudo que o treinamento físico estruturado melhorou a aptidão física em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2, porém não houve redução significativa da glicose no sangue. Os autores reportaram que tais resultados podem ter ocorrido devido a alterações nas doses de medicação de pacientes do grupo avaliado. Sendo assim, estes resultados devem ser interpretados com maior cautela.

O TF é uma das principais estratégias sugeridas para o controle glicêmico em indivíduos com DM dada sua eficácia potencial do exercício e os resultados geralmente positivos dos estudos existentes. No entanto, fica clara a necessidade de realizarem outras investigações que verifiquem com maior confiabilidade as intervenções, pois a revisão identificou muitas diferenças na prescrição do exercício relacionadas a intensidade, frequência e duração da intervenção. Estes fatores influenciaram na comparação dos estudos analisados e na verificação da possível eficácia do TF sobre a diabetes. Além disso, ao analisar os 4 estudos que não obtiveram resultados positivos em relação a melhora do índice glicêmico ou da sensibilidade a insulina, é possível relatar as seguintes conclusões relevantes: dois estudos (REDDY, et al. 2018; KATAOKA, et al. 2017), tiveram sua duração de intervenção realizada em um período curto de 2 semanas, podendo assim ser observado apenas os efeitos de curto prazo; um terceiro experimento, em 12 semanas, o fator limitante é o tamanho da amostra apresentada, somente 6 participantes no grupo intervenção (NAYLOR, et al. 2016) e o quarto estudo

analisado, a amostra realizou treinamento combinado durante 6 meses, porém somente 2 vezes na semana (SACRE, et al. 2014).

Sendo assim, a conclusão para tal divergência de resultados, pode ser relatada devido à baixa frequência e intensidade dos exercícios ou até mesmo pelo tamanho da amostra analisada no estudo em questão. Confirmando tais conclusões, de acordo com dados das Diretrizes da SDB (2014-2015), o ideal é que a prescrição contemple exercícios físicos de moderada e altas intensidades. Há resultados mais significativos em relação à intensidade do que ao volume de sessões semanais causando maior impacto na redução da hemoglobina glicada. Fisiologicamente, nas Diretrizes da SDB (2017-2018), ficam relatados que no exercício de alta intensidade, quando há grande disponibilidade de carboidratos, a glicose passa a ser mais utilizada, diminuindo-se a oxidação de lipídios. Os carboidratos constituem fonte importante de energia, mas a capacidade de estoque no organismo é limitada. Portanto, estas afirmações, fortalecem as conclusões encontradas anteriormente sobre a baixa intensidade das intervenções terem sido fatores limitantes de alguns estudos.

Por fim, os resultados na grande maioria indicam que o TF este diretamente ligado às respostas agudas e crônicas, tendo relevância significativa para o tratamento de indivíduos portadores de DM.

4 CONCLUSÕES

Esta revisão de estudos sobre treinamento resistido mostrou uma melhora significativa tanto nas concentrações de glicose no sangue quanto a sensibilidade à insulina. Além disso, nossos dados apontam, para aqueles que podem tolerá-lo, o exercício em intensidade mais alta pode oferecer benefícios superiores. Levando sempre em consideração que a intensidade e volume devem ser suficientes para maximizar o benefício metabólico, evitando lesões e risco cardiovascular.

REFERÊNCIAS

COLBERG, S. R., SIGAL, R. J., FERNHALL, B., REGENSTEINER, J. G., BLISSMER, B. J., et. al. Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 33, n. 12, p. 2692-2696, dez. 2010.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. **Diabetes Care**, v. 33, n. 1, p.62-69, 30 dez. 2009.

Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes - São Paulo: A.C. Farmacêutica, 2016.

HENRIKSEN, ERIK J. Invited Review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. **Journal Of Applied Physiology**, v. 93, n. 2, p.788-796, 1 ago. 2002.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. IDF Diabetes Atlas 6a ed. Brussels: International Diabetes Federation, 2015. IDF Diabetes Atlas 7th Edition. 2015.

KEANE, N. K., CRUZAT, F. V., CARLESSI, R., DE BITTENCOURT, P. H., NEWSHOLME, P. P. Molecular Events Linking Oxidative Stress and Inflammation to Insulin Resistance and β -Cell Dysfunction. **Oxid Med Cell Longevity**, v. 2015, p.1-15, 2015.

TIMO, A. L., LAAKSONEN, D., LAKKA, H-M. MÄNNIKKÖ, N.; NISKANEN L., Sedentary Lifestyle, Poor Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p.1279-1286, ago. 2003.

OSTERGÅRD, T., JESSEN, N., SCHMITZ, O., MANDARINO J. L. The effect of exercise, training, and inactivity on insulin sensitivity in diabetics and their relatives: what is new?. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, v. 32, n. 3, p.541-548, mar. 2007.

MORAIS, J. G. S., CAROLINO, S. V., MACHADO-SILVA, W., DALLANORA, H. A., MELO, A. A., et al. Acute strength training promotes responses in whole blood circulating levels of miR-146a among older adults with type 2 diabetes mellitus. **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, p. 1443–1450, setembro 2017.

WORMGOOR, S. G., DALLECK, L. C., ZINN, C., HARRIS, N. K. Acute blood glucose, cardiovascular and exaggerated responses to HIIT and moderate-intensity continuous training in men with type 2 diabetes mellitus. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, N. 7-8, p. 1116-26, July-August 2018.

KATAOKA, H., MIYATAK, N., MURAO, S., TANAKA, S. A Randomized Controlled Trial of Short-term Toe Resistance Training to Improve Toe Pinch Force in Patients with Type 2 Diabetes. **Acta Med. Okayama**, v. 72, n. 1, p. 9-5, julho 2017.

Pandey, A., Swift, D. L., McGuire, D. K., Ayers, C., Neeland, I. J., et al. Metabolic Effects of Exercise Training Among Fitness-Nonresponsive Patients With Type 2 Diabetes: The HART-D Study. **Diabetes Care**, v. 38, p. 1494-1501, Agosto 2015.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, **Clanad**, São Paulo 2017.

NAYLOR, L. H., DAVIS, E. A., KALIC, R. J., PARAMALINGAM, N., ABRAHAM, M. B., et. al. Exercise training improves vascular function in adolescents with type 2 diabetes. **Physiological Reports**, v. 4, n. 4, p. 1-12, Janeiro 2016.

REDDY, R., YOUSSEF, J. EL., WINTERS-STONE, K., BRANIGAN, B., LEITSCHUH, J., et. al. The impact of exercise on sleep in adults with type 1 diabetes. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 20, n. 2, p. 443-447, julho 2017.

RISSANEN, A.E., TIKKANEN, O.H., KOPONEN, A.S., AHO, J.M., PELTONEN, J.E. One-year unsupervised individualized exercise training intervention enhances cardiorespiratory fitness but not muscle deoxygenation or glycemic control in adults with type 1 diabetes. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n.4, p. 387-396, outubro 2017.

RUSSELL, R. D., HU, D., GREENAWAY, T., BLACKWOOD, S. J., DWYER, R. M., et. al. Skeletal Muscle Microvascular- Linked Improvements in Glycemic Control From Resistance Training in Individuals With Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v. 40, n. 9, p. 1256-1263, Setembro 2017.

SACRE, J. W., JELLIS, C. L., JENKINS, C., HALUSKA, B. A., BAUMERT, M., et. al. A six-month exercise intervention in subclinical diabetic heart disease: Effects on exercise capacity, autonomic and myocardial function. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 63, n. 9, p. 1104–1114, Setembro 2014.

VINETTI, G., MOZZINI, C., DESENZANI, P., BONI, E., BULLA, L., et. al. Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 5, n. 9238, p. 1-7, Março 2015.

CHURCH, T. S., BLAIR, S. N., COCREHAM, S., JOHANNSEN, N., JOHNSON, W., et. al. Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A1c Levels in Patients With Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. **JAMA**, v. 304, n. 20, p. 2253-62, Novembro 2010.

WAGNER, H., FISCHER, H., DEGERBLAD, M., ALVARSSON, M., GUSTAFSSON, T. Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A1c Levels in Patients With Type 2 Diabetes. **Diabetes & Vascular Disease Research**, v. 13, n. 5, p. 361-366.

YANG, P., SWARDFAGER, W., FERNANDES, D., LAREDO, S., TOMLINSON, G., et. al. Finding the Optimal volume and intensity of Resistance Training Exercise for Type 2 Diabetes: The FORTE Study, a Randomized Trial. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 130, p. 98 - 107, Agosto 2017.

BACCHI, E., NEGRI, C., ZANOLIN, M. E., MILANESE, C., FACCIOLI, N., et. al. Metabolic Effects of Aerobic Training and Resistance Training in Type 2 Diabetic Subjects A randomized controlled trial (the RAED2 study). **Diabetes Care**, v. 35, n. 4, p. 676 – 682, Abril 2012.

YARDLEY, J. E., KENNY, G. P., PERKINS, B. A., RIDDELL, M. C., BALAA, N., et. al. Resistance Versus Aerobic Exercise Acute effects on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes Care**, v. 36, p. 537–542, Março 2013.

Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2014-2015**. São Paulo: AC Farmacêutica; 2015. 43 p.

Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2015-2016**. São Paulo: AC Farmacêutica; 2016. 21 p.

Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2017-2018**. São Paulo: AC Farmacêutica; 2017. 113 p.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.