

Efeito dos exercícios físicos de alta intensidade no controle da glicemia de diabéticos tipo II: mini revisão integrativa de literatura

Alessandra Jaime¹; Eduarda Emília Cruz Bucar¹; Gabriel Tavares Souza¹; Henrique Souza Lemos Horta¹; Larissa Caixeta Sampaio¹; Saulo Henrique Dias Oliveira¹; Cristine Araújo Póvoa².

1. Discente do curso de Medicina do Centro Universitário UniEVANGÉLICA.

2. Docente curso de Medicina do Centro Universitário UniEVANGÉLICA.

RESUMO: O diabetes mellitus tipo 2 é uma doença metabólica crônica com alto e crescente índice de acometimento populacional, a qual urge de meios para ser atenuada, sendo o exercício físico uma possível maneira de controlá-la e proporcionar maior qualidade de vida aos seus portadores. Nessa perspectiva, a presente análise trata-se de uma mini revisão integrativa de literatura que teve como objetivo identificar e avaliar o efeito dos exercícios físicos de alta intensidade no controle da glicemia de diabéticos. Foram utilizados cinco artigos das bases de dados PUBMED e Scientific Electronic Library Online (SciELO), encontrados por meio dos descritores “Type 2 Diabetes”, “High-intensity interval training” e “Glucose”. Constatou-se que o exercício físico de alta intensidade é a melhor alternativa para diabéticos, uma vez que a maioria dos estudos aponta melhora no funcionamento das células beta e aumento da sensibilidade à insulina, de modo a diminuir os níveis de glicose no sangue. Dentre as modalidades de exercício analisadas, o HIIT e REHIT obtiveram os melhores resultados no controle da glicemia. Notou-se que o HIIT explicita melhora na diminuição dos índices glicêmicos em algumas semanas, ao passo que o REHIT apresenta essa melhora em 24h, sendo este uma forma de controle da glicemia em curto período de tempo, enquanto aquele é uma alternativa a longo prazo, podendo, ainda, melhorar o VO₂ e a qualidade aeróbica. Diante do exposto, concluiu-se que os exercícios físicos de alta intensidade são eficazes no tratamento de pessoas com DM₂, visto que ajudam a atenuar as comorbidades da doença e impedem a piora no quadro glicêmico dos pacientes.

Palavras-chave:

Diabetes Tipo 2.
Treinamento Intervalado de Alta Intensidade.
Glicose.

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus tipo 2 (DM₂) é uma doença metabólica crônica caracterizada por hiperglicemia e glicotoxicidade, resultantes de baixa secreção de insulina pelas células beta pancreáticas somada à diminuição da ação da insulina ou à resistência dos órgãos periféricos a esse hormônio, de modo a dificultar a captação da glicose do sangue para os tecidos musculares e adiposos. Além disso, em decorrência de seu alto índice de acometimento populacional, o DM₂ é considerado uma epidemia e corresponde a cerca de 90% de todos os casos de diabetes (COSTA et al., 2017; MARCONDES, 2007).

Estima-se que a população mundial com diabetes mellitus seja de aproximadamente 382 milhões de pessoas e deverá atingir 471 milhões em 2035. A esse respeito, o Brasil é o país com o quarto maior número de diabéticos – cerca de 11,9 milhões em 2013. Esse cenário tende a gerar um alto custo social e financeiro tanto ao paciente quanto ao sistema de saúde, visto que o DM2 também está relacionado a complicações como insuficiência renal, amputação de membros inferiores, cegueira, doenças cardiovasculares, entre outras (COSTA et al., 2017; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014).

Dessarte, em vista do aumento da prevalência do DM2 e suas consequências, faz-se mister encontrar também métodos não-farmacológicos para controlar a doença e proporcionar maior qualidade de vida aos seus portadores. Nesse sentido, a Sociedade Brasileira de Diabetes (2006) indicou que o exercício físico, associado à alimentação adequada, pode ser até duas vezes mais efetivo para a DM2 do que remédios.

Sob essa perspectiva, como a vida contemporânea exige rapidez e agilidade, buscou-se, dentre as modalidades de exercício físico, aquela que mais se adequasse à realidade em termos de otimização de tempo. Foram encontrados o MCIT, que se refere ao treinamento contínuo de moderada intensidade; o HIIT, que consiste no treinamento intervalado de alta intensidade com repetições breves (20s a 5min); o SIT, que é o treinamento intervalado de sprint, e é caracterizado por intensidade acima da máxima por curta duração de tempo (30s), e uma das suas modalidades é o REHIT, que é um treinamento de alta intensidade com esforço reduzido em relação ao HIIT, já que o tempo de duração é menor (BUCHHEIT E LAURSEN, 2013).

Chegou-se, desse modo, aos exercícios de alta intensidade, uma vez que estudos indicam que poucos minutos de prática destes já têm efeito metabólico. Tencionando, então, esclarecer acerca disso, a presente mini revisão integrativa foi elaborada com o intuito de identificar e avaliar o efeito dos exercícios físicos de alta intensidade no controle da glicemia de diabéticos tipo 2.

METODOLOGIA

Trata-se de uma mini revisão integrativa, realizada entre o período de março e maio de 2021. Para o levantamento de artigos na literatura, realizou-se uma busca nas bases de dados PUBMED e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Foram utilizados como descritores, em tal pesquisa, juntamente com o booleano “AND”, os termos “Type 2 Diabetes”, “High-intensity interval training” e “Glucose”, provendo N=98 publicações. Diante disso, como critérios de inclusão, estabeleceu-se que os estudos deveriam ser originais, publicados nos últimos 5 anos, entre 2016 e 2021, de acesso livre, e tratar da temática de forma integrada, totalizando N=13. Após a leitura completa das publicações elegíveis, houve exclusão daquelas que abordavam os descritores isoladamente ou, ainda, que não abordavam o tema da mini revisão de forma adequada, restando 5 artigos habilitados.

RESULTADOS

Ao realizar a busca por artigos da literatura médica que se adequassem ao tema da presente mini revisão integrativa, foram encontrados um total de 98 artigos nas bases de dados selecionadas, sendo que, desses, apenas 5 foram selecionados, de acordo com os critérios outrora descritos na metodologia.

Após análise dos artigos selecionados, conclui-se que o exercício físico é de extrema importância para o controle da diabetes tipo 2. Os autores dos artigos em questão utilizaram diferentes modalidades de exercícios nas diferentes metodologias e chegaram a conclusões variadas. No entanto, apesar de diferentes variáveis avaliadas, é possível afirmar que o exercício físico de alta intensidade é a melhor alternativa para os diabéticos.

Sabe-se que a hiperglicemia está intimamente relacionada com complicações desencadeadas pela diabetes tipo 2. Nessa perspectiva, os artigos demonstraram eficácia no controle da glicemia a partir da realização de exercícios físicos de alta intensidade, além da terapia farmacológica. Conforme elucidado por Metcalfe et al. (2018), o tempo em hiperglicemia em grupos que realizaram HIIT ou REHIT ou MCIT foi significativamente reduzido, quando comparado ao grupo controle, que não executou a prática de nenhum exercício. Tal aspecto também foi explicado por Cassidy et al. (2018), cujo artigo demonstrou melhora do controle glicêmico (redução da hemoglobina glicada HbA_{1c} de 2,8mmol/mol) após a realização de HIIT. Ademais, a redução da glicose sanguínea também foi notada por Mendes et al (2019); a prática de HIIT e MCIT provocaram melhora nos níveis glicêmicos, sendo que a prática de HIIT promoveu a maior redução dessa taxa. Todavia, de acordo com Ruffino et al. (2017), a prática de exercício físico de alta intensidade não resultou em nenhuma mudança no controle glicêmico em diabéticos do tipo 2, sendo que a terapia farmacológica se configuraria como viés de confusão.

Os artigos questionaram, também, qual modalidade de exercício (REHIT, HIT ou MCIT) traria maiores benefícios aos diabéticos. Metcalfe et al. (2018) roborou que o REHIT é a modalidade de maior impacto no controle da glicemia nas 24 horas seguintes à realização do exercício, além de ser uma ótima ferramenta para a melhoria da capacidade aeróbia (apesar de o HIIT gerar maior gasto calórico). Além disso, no período do jantar, a resposta glicêmica foi menor em unidades amostrais que realizaram REHIT e MCIT do que para o HIIT (-11%, $p < 0.05$ e $d > 0.9$ para REHIT e MCIT) e os seguintes valores para o HIIT (-4%, $p = 0.22$, $d = 0.38$). Conforme explicado por Ruffino et al. (2017), o REHIT foi mais eficaz na melhora do VO₂ máximo do que o MCIT (5 vezes mais eficiente), no entanto, o artigo expõe que o REHIT não é seguro para todo e qualquer diabético, e os efeitos dele devem ser melhor analisados.

Uma variável importante é a análise da sensibilidade à insulina; Heiskanen et al. (2018) ratificou que o exercício físico melhora a função das células beta. Ademais, o HIIT promoveu melhora da capacidade aeróbia, e HIIT e MCIT promoveram redução da circunferência abdominal, porcentagem de gordura, gordura subcutânea e visceral e redução também da hemoglobina glicada. O estudo

demonstrou, também, que o exercício físico é capaz de reduzir a gordura pancreática. Todavia, a sensibilidade à glicose no sangue permaneceu inalterada. Em contraste, Ruffino et al. (2017) atestou que o controle glicêmico, a sensibilidade à insulina e o perfil lipídico não melhoraram. Tal fato demonstra que os estudos que investigam a relação do exercício e a sensibilidade a insulina são conflituosos.

Ademais, Cassidy et al. (2018) buscaram correlacionar o efeito do HIIT no controle glicêmico e na capacidade cardiovascular. Como outrora elucidado, o HIIT promoveu uma redução de hemoglobina glicada HbA_{1c} de 2,8mmol/mol, em comparação ao grupo controle, que obteve aumento de 2 mmol/mol. Não foram demonstradas mudanças nas medidas hemodinâmicas. A única alteração cardiovascular promovida pelo HIIT foi queda de 21% do componente de alta frequência (HF) da variação de pressão sistólica (BPV). A redução da pressão arterial também foi variável analisada e discutida por Ruffino et al. (2017). Logo, os exercícios de alta intensidade resultam em limitada melhora cardiovascular.

Enfim, no quadro 1, os resultados estão manifestos de forma pormenorizada para um súpero entendimento.

AUTORIA (ANO)	ESTUDO	OBJETIVOS DO ESTUDO	PRINCIPAIS RESULTADOS	RECOMENDAÇÕES/CONCLUSÕES
CASSIDY et al. (2018)	Ensaio clínico randomizado.	Comparar os efeitos do REHIT e da caminhada de intensidade moderada nos marcadores de saúde em pacientes com diabetes tipo 2.	O controle glicêmico melhorou após HIIT, mostrando diferença significativa entre os grupos. Não houve diferenças no peso corporal ou alteração do IMC entre os dois grupos. Além disso, nenhuma diferença nas medidas hemodinâmicas (incluindo débito cardíaco, frequência cardíaca, volume sistólico) entre os grupos.	O HIIT ao longo de 12 semanas pode melhorar o controle glicêmico, mas possui efeito limitado nas medidas de regulação autonômica cardiovascular, incluindo as medidas de variabilidade da frequência cardíaca e a variabilidade da pressão sanguínea.
HEISKANEN et al. (2018).	Ensaio clínico randomizado.	Avaliar os efeitos do treinamento físico na gordura pancreática e na função das células beta em participantes saudáveis e pré-diabéticos ou diabéticos tipo 2 e testar se as respostas eram semelhantes.	Foi observado, principalmente, a diminuição da gordura pancreática, o aumento da sensibilidade à insulina e a diminuição entre a relação entre secreção de insulina e quantidade de glicose, o que está relacionado à função das células beta.	O exercício físico de alta intensidade é um importante aliado no combate a DM2, visto que alguns parâmetros são alterados e a obesidade está ligada ao desenvolvimento da doença. Entretanto, nesse estudo não foi possível perceber a ação direta das células beta devido a algumas restrições, como o curto período em que a pesquisa foi realizada.
MENDES et al. (2019).	Ensaio cruzado controlado randomizado.	Comparar os efeitos agudos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) versus treinamento contínuo de intensidade moderada	Em consequência do HIIT e MICT, os níveis agudo de glicose sanguínea reduziram durante o exercício e o período de recuperação. No entanto, o estudo identificou que uma sessão de caminhada na esteira em HIIT reduziu o nível agudo de glicose	Antes do envolvimento experimental, os participantes foram submetidos a uma avaliação médica detalhada para rastreamento de contraindicações relativas para exercício de intensidade vigorosa, uma vez que exercício de alta intensidade pode apresentar um risco a algumas pessoas e, então, não ter

		(MICT) no controle glicêmico em pacientes de meia-idade e idosos com diabetes tipo 2.	em uma maior extensão em comparação com MICT em pacientes de meia-idade e idosos com DM2 sob terapia farmacológica com metformina e/ou gliptinas.	aplicabilidade em pacientes com DM2.
METCALFE <i>et al.</i> (2018).	Estudo cruzado randomizado de quatro ensaios.	Examinar os efeitos agudos do REHIT na glicemia de 24 horas em homens com diabetes tipo 2.	As unidades que realizaram o REHIT alcançaram os melhores resultados em termos de redução dos níveis de glicose sanguínea em 24 horas. Os participantes que realizaram o MCIT obtiveram tendência de redução de tais níveis. Já os praticantes de HIIT não demonstraram alterações significativas nesse indicativo. Os resultados também demonstraram que o tempo em hiperglicemia foi reduzido nos três tipos de exercício.	O REHIT parece ser a alternativa mais eficiente tanto em termos de otimização de tempo como em termos de controle da glicose sanguínea por 24 horas seguintes após a realização do exercício.
RUFFINO <i>et al.</i> (2017).	Estudo cruzado contrabalançado.	Comparar os efeitos do REHIT e da caminhada de intensidade moderada nos marcadores de saúde em pacientes com diabetes tipo 2.	VO ₂ máximo teve aumento no REHIT; tanto o REHIT quanto a caminhada diminuíram a pressão arterial média em repouso e frutossamina plasmática; nenhuma das intervenções mudou controle glicêmico, sensibilidade à insulina e perfil lipídico.	REHIT é superior a um volume 5 vezes maior de caminhada de intensidade moderada na melhoria da aptidão aeróbia, mas semelhante à caminhada REHIT não é uma intervenção eficaz para melhorar a sensibilidade à insulina ou controle glicêmico em pacientes com DM2 em curto prazo.

QUADRO 1: ARTIGOS INCLUÍDOS NA ANÁLISE DA MINI REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

DISCUSSÃO

Após a análise dos resultados, nota-se que dentre os artigos, quatro, dos autores HEISKANEN *et al.* (2018); METCALFE *et al.* (2018); MENDES *et al.* (2019) e CASSIDY *et al.* (2018), chegaram, de certa forma, às mesmas conclusões, sugerindo a eficácia das diferentes modalidades de exercício no controle da glicemia em diabéticos. Segundo Metcalfe *et al.* (2018), as unidades que realizaram o REHIT alcançaram os melhores resultados em termos de redução dos níveis de glicose sanguínea em 24 horas do que os participantes que realizaram HIIT, visto que houve a redução média de aproximadamente 0,5 mmol/l na glicose média de 24 horas e a redução de aproximadamente 2 horas na prevalência de hiperglicemia pós-prandial (por dia) observada com REHIT, quando realizado em uma base regular, tem um impacto significativo na glicemia geral (ou seja, HbA 1c) e, portanto, no risco de longo prazo (MONNIER; COLETTE, 2015). Em comparação, identificou-se que uma sessão de caminhada na esteira em HIIT reduziu o nível agudo de glicose em uma maior extensão em comparação com MICT em pacientes de meia-idade e idosos com diabetes tipo 2 (MENDES *et al.* 2019). Terada *et al.* (2016) desenvolveram um ensaio cruzado randomizado e controlado com pacientes com Diabetes Mellitus para estudar os efeitos de HIIT vs. MICT em monitoramento contínuo de glicose por 24 horas, indicando que o HIIT reduziu significativamente a glicemia noturna e de jejum no dia seguinte ao exercício, com uma redução maior em comparação com o MICT. Logo, torna-se evidente a importância do exercício físico de intensidades e intervalos diferentes, tanto HIIT como REHIT, no controle glicêmico para diabéticos, em comparação ao MICT.

Em contrapartida ao que foi analisado anteriormente, verificou-se que o REHIT é 5x mais eficiente no aumento de VO₂, em relação à caminhada de intensidade moderada, contudo não se conseguiu demonstrar sua relação direta no controle glicêmico e na sensibilidade à insulina (RUFFINO *et al.*, 2017). Em estudos anteriores, demonstra-se que volumes muito baixos de exercícios de sprint são suficientes para melhorar as medidas de sensibilidade à insulina em pessoas sedentárias em média, mas com grande variabilidade interindividual na resposta (METCALFE *et al.*, 2016 e METCALFE *et al.*, 2012; GILLEN *et al.*, 2016; GILLEN *et al.*, 2014). Por outro lado, com um similar protocolo e uma duração de intervenção mais longa (8 semanas vs. 6 semanas), não se observou melhorias no controle glicêmico medido usando um monitor contínuo de glicose ou medidas derivadas de OGTT de sensibilidade à insulina em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2. Isso está de acordo com as descobertas de Revdal *et al.* (2016), que observou melhorias no $\dot{V}O_2$ máximo, mas não no controle glicêmico após 12 semanas de uma intervenção REHIT baseada em corrida. Interessantemente, em contraste com os dados apresentados por Little *et al.* (2011), um protocolo HIIT que consiste em 10 x 1 min em 90% da frequência cardíaca máxima também foi considerada ineficaz para melhorar o controle glicêmico.

Uma explicação alternativa para a falta de efeito da sensibilidade à insulina em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2 é o potencial efeito de interferência da medicação (RUFFINO *et al.*, 2017). Foi demonstrado que a metformina pode atenuar os efeitos benéficos do exercício na regulação da glicose, pressão arterial e sangue perfil lipídico (MALIN; BRAUN, 2016). Da mesma forma, estudos sugerem que

as estatinas podem atenuar adaptações induzidas por exercício também (MIKUS et al., 2013; MURLASITS e RADAK, 2014), embora o efeito oposto também foi observado (MEEX et al., 2010). O estudo não foi suficientemente alimentado para uma comparação estatística entre participantes das adaptações de treinamento em participantes que estavam tomando estatinas e/ou metformina (n=12) versus os participantes que não estavam (n=4), não podendo determinar se o uso de medicamentos pode ter afetado a resposta a treinamento no presente estudo.

Destaca-se também que o REHIT mostrou significativamente $\dot{V}O_2$ máximo e PA melhorados (RUFFINO et al., 2017). Considera-se a forte associação entre um aumento em $\dot{V}O_2$ máximo e redução da mortalidade por todas as causas e doenças cardiovasculares (BARLOW et al., 2012; LEE et al., 2011). Da mesma forma, as reduções de 5, 2 e 4 mm Hg na pressão sistólica, pressão arterial diastólica e média, respectivamente, após 8 semanas de REHIT favorece a comparação com os efeitos da medicação para baixar a pressão arterial em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2 e espera-se que leve a uma redução na morbidade e mortalidade cardiovascular a longo prazo (TURNBULL et al., 2005). Assim, o aumento do risco cardiovascular pode ser reduzido com uma intervenção de exercício que requer apenas 30 minutos do total tempo de treinamento por semana (RUFFINO et al., 2017), verificam-se evidências adicionais (provisórias) de que REHIT modifica favoravelmente o perfil de risco cardiovascular em pessoas com Diabetes tipo 2 (METCALFE et al., 2018). Entretanto, nota-se uma contradição em que um dos artigos que compõem a revisão aborda que o HIIT ao longo de 12 semanas pode melhorar o controle glicêmico, mas tem efeito limitado nas medidas de regulação autonômica cardiovascular, incluindo as medidas de variabilidade da frequência cardíaca e a variabilidade da pressão sanguínea (CASSIDY et al., 2018), já que nenhuma diferença nas medidas hemodinâmicas (incluindo débito cardíaco, coração frequência, volume sistólico) foi observada entre os grupos de intervenção e controle.

Essa variação quanto a questão cardiovascular deve-se, provavelmente, ao fato de que na metodologia de Ruffino et al. (2017), há o controle rigoroso da dieta e os exames são feitos em jejum controlado e padronizado, e os participantes se abstiveram de seus medicamentos antidiabéticos no dia anterior ao teste. No outro estudo, aqueles randomizados para o teste padrão foram solicitados a manter sua rotina normal e não alterar sua medicação, atividade física, dieta ou peso corporal (CASSIDY et al., 2018).

Por fim, duas semanas de treinamento físico melhora a função das células beta em indivíduos pré-diabéticos ou diabéticos tipo 2 e diminui a gordura pancreática, independentemente da tolerância à glicose basal. Este estudo mostra que o treinamento de curto prazo reduz com eficiência a gordura ectópica no pâncreas e, portanto, o treinamento com exercícios pode reduzir o risco de diabetes tipo 2 (HEISKANEN et al., 2018). Os efeitos do treinamento físico na função das células beta foram previamente estudados em indivíduos obesos, pré-diabéticos ou diabéticos tipo 2, usando um índice de disposição como medida da função das células beta. Independentemente dos diferentes modos de exercício (HIIT,

MICT ou treinamento funcional de alta intensidade [CrossFit]) usados em diferentes estudos, todos relataram um índice de disposição aumentado após a intervenção de treinamento e, portanto, inferiram que o treinamento melhora a função das células beta (MADSEN et al., 2015; SLENTZ et al., 2009).

CONCLUSÃO

Foi analisada a relação dos exercícios físicos de alta intensidade com a diminuição nos níveis glicêmicos em pacientes com DM2, sendo que os melhores resultados foram encontrados no HIIT e REHIT. Primeiramente, a maioria dos estudos evidenciou que o índice glicêmico e a sensibilidade à insulina melhoraram no HIIT e no REHIT, obtendo somente um resultado contraditório no REHIT - que, provavelmente, se deve ao fato de, nesse estudo, os participantes terem mantido o uso de medicamentos antidiabéticos. Além disso, os estudos de HIIT explicitaram a melhora no nível glicêmico em algumas semanas, enquanto o REHIT apresenta essa melhora durante 24h.

Dessa maneira, o HIIT é uma forma de melhorar o índice glicêmico a longo prazo, sendo a caminhada em HIIT uma boa alternativa, e o REHIT uma alternativa para melhores índices em períodos pequenos, podendo melhorar o VO₂ e a qualidade aeróbica. Portanto, esses exercícios físicos mostram-se eficazes para o tratamento de pessoas com DM2, visto que é comum terem comorbidades e piora no quadro glicêmico. Assim, faz-se necessário que o aconselhamento a pacientes com DM2 acerca de quais são os melhores exercícios para a diminuição do nível glicêmico seja incluído no protocolo de tratamento da doença, a fim de que esta não se torne ainda mais prevalente como afirma a estimativa proposta para o ano de 2035 (471 milhões de diabéticos no mundo).

REFERÊNCIAS

BARLOW, C. E. et al. Cardiorespiratory fitness and long-term survival in “low-risk” adults. *Journal of the American Heart Association*, v. 1, n. 4, p. e001354, 2012.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013.

CASSIDY, S. et al. Unsupervised high-intensity interval training improves glycaemic control but not cardiovascular autonomic function in type 2 diabetes patients: A randomised controlled trial. *Diabetes & vascular disease research*, v. 16, n. 1, p. 69-76, 2019.

COSTA, A. F. et al. Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, e00197915, 2017.

GILLEN, J. B. et al. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, v. 39, n. 3, p. 409-412, 2014.

GILLEN, J. B. et al. Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PLoS one*, v. 11, n. 4, p. e0154075, 2016.

HEISKANEN, M. A et al. Exercise training decreases pancreatic fat content and improves beta cell function regardless of baseline glucose tolerance: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, v. 61, n. 8, p. 1817-1828, 2018.

LEE, Duck-chul et al. Long-term effects of changes in cardiorespiratory fitness and body mass index on all-cause and cardiovascular disease mortality in men: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Circulation*, v. 124, n. 23, p. 2483-2490, 2011.

LITTLE, J. P. et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, v. 111, n. 6, p. 1554-1560, 2011.

MADSEN, Soren Muller et al. High intensity interval training improves glycaemic control and pancreatic β cell function of type 2 diabetes patients. *PLoS one*, v. 10, n. 8, p. e0133286, 2015.

MALIN, S. K.; BRAUN, Barry. Impact of metformin on exercise-induced metabolic adaptations to lower type 2 diabetes risk. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 44, n. 1, p. 4-11, 2016.

MARCONDES, J. Diabete melito: fisiopatologia e tratamento. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, v. 5, n. 1, p. 18-26, 2007.

MEEH, R. C. R. et al. The use of statins potentiates the insulin-sensitizing effect of exercise training in obese males with and without type 2 diabetes. *Clinical Science*, v. 119, n. 7, p. 293-301, 2010.

MENDES, R. et al. High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in Middle-Aged and Older Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Crossover Trial of the Acute Effects of Treadmill Walking on Glycemic Control. *International journal of environmental research and public health*, v. 16, n. 21, p. 4163, 2019.

METCALFE, R. S. et al. Changes in aerobic capacity and glycaemic control in response to reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) are not different between sedentary men and women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 41, n. 11, p. 1117-1123, 2016.

METCALFE, R. S. et al. Extremely short duration interval exercise improves 24-h glycaemia in men with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol*. V.118, n. 12, p. 2551-2562, 2018.

METCALFE, R. S. et al. Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic//health: beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. *European journal of applied physiology*, v. 112, n. 7, p. 2767-2775, 2012.

MIKUS, C. R. et al. Simvastatin impairs exercise training adaptations. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 62, n. 8, p. 709-714, 2013.

MONNIER, L.; COLETTE, C. Postprandial and basal hyperglycaemia in type 2 diabetes: contributions to overall glucose exposure and diabetic complications. *Diabetes & metabolism*, v. 41, n. 6, p. 6S9-6S15, 2015.

REVDAL, A. et al. Can time efficient exercise improve cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes? A pilot study. *Journal of sports science & medicine*, v. 15, n. 2, p. 308, 2016.

RUFFINO, J. S. et al. A comparison of the health benefits of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) and moderate-intensity walking in type 2 diabetes patients. *Applied physiology, nutrition and metabolism*, v. 42, n. 2, p. 202-208, 2017.

LENTZ, Cris A. et al. Effects of exercise training intensity on pancreatic β -cell function. *Diabetes care*, v. 32, n. 10, p. 1807-1811, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Atualização brasileira sobre diabetes. Rio de Janeiro: Diagraphic; 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2014-2015: epidemiologia e prevenção do diabetes mellitus. 2014.

TERADA, Tasuku et al. Targeting specific interstitial glycemic parameters with high-intensity interval exercise and fasted-state exercise in type 2 diabetes. *Metabolism*, v. 65, n. 5, p. 599-608, 2016.

TURNBULL F. et al. Effects of different blood pressure-lowering regimens on major cardiovascular events in individuals with and without diabetes mellitus: results of prospectively designed overviews of randomized trials. *Arch Intern Med*, v. 165, n. 12, p. 1410-1419, 2005.