

Efeitos do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade no controle glicêmico e composição corporal de indivíduos portadores de *Diabetes mellitus* Tipo 2: Uma revisão integrativa da literatura

Effects of High-Intensity Interval Training on glycemic control and body composition of individuals with Type 2 *Diabetes mellitus*: An integrative literature review

Efectos del Entrenamiento por Intervalos de Alta Intensidad sobre el control glucémico y la composición corporal de personas con *Diabetes mellitus* Tipo 2: Una revisión integradora de la literatura

Recebido: 30/06/2023 | Revisado: 13/07/2023 | Aceitado: 15/07/2023 | Publicado: 19/07/2023

Maria Karolaine Bráz Alcântara

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0063-6774>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: alcantarakarolaine6@gmail.com

Matheus Henrique Ramos Adelino

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1407-4027>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: matheus.adelino@aluno.uepb.edu.br

Ana Beatriz Apolinário Motta

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9068-4124>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: ana.motta523@gmail.com

Brenda Michelle Alves Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3271-3115>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: brendarodrigues500@gmail.com

Vanessa Barbosa de Farias

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8090-3187>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: vahrjj2@gmail.com

Maria Clara Brasileiro Raposo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0607-3875>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: maria.raposo@aluno.uepb.edu.br

Iara Tainá Cordeiro de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2626-9193>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: iaratainacordeiro@gmail.com

Resumo

A *Diabetes Mellitus* tipo 2 (DM2) é caracterizada pela resistência e produção inadequada de insulina pelo pâncreas, estando associada a fatores como obesidade e sedentarismo. O tratamento envolve mudanças no estilo de vida, como exercícios, e, em alguns casos, o uso de medicamentos, sendo necessário controle contínuo. Nesse sentido, o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) é uma alternativa de tratamento físico promissor. Este estudo objetiva averiguar quais os efeitos do HIIT no controle glicêmico e na composição corporal de indivíduos com DM2. Trata-se de uma revisão de literatura descritiva, na qual foram incluídos ensaios clínicos randomizados e controlados disponíveis para leitura na íntegra, publicados entre 2013 e 2023 nos idiomas inglês e português, com qualidade metodológica avaliada de acordo com a PEDro Scale. A revisão incluiu um total de 86 participantes, com um número variando entre 16 e 37 em cada estudo. Não houve equilíbrio entre os sexos (M = 60; F = 26). Foram realizadas sessões de HIIT com duração de 11-12 semanas. A intensidade do exercício foi controlada usando diferentes medidas, como frequência cardíaca máxima e pico de taxa de trabalho. A análise da literatura adjacente confirmou a efetividade do HIIT para a DM2 nos parâmetros abordados, apesar de algumas divergências. Também foi observado melhora em outras medidas como condicionamento físico e risco cardiovascular. Entretanto, a falta de padronização nos protocolos de treinamento torna necessária a elaboração de pesquisas futuras para fornecer evidências mais sólidas e detalhadas sobre os efeitos do HIIT nessa população.

Palavras-chave: Treinamento intervalado de alta intensidade; Controle glicêmico; Composição corporal; *Diabetes Mellitus* tipo 2.

Abstract

Type 2 *Diabetes Mellitus* (DM2) is characterized by resistance and inadequate production of insulin by the pancreas, and is associated with factors such as obesity and a sedentary lifestyle. The treatment involves changes in lifestyle, such as exercise, and, in some cases, the use of medication, and continuous control is required. In this sense, High Intensity Interval Training (HIIT) is a promising alternative physical treatment. This study aims to investigate the effects of HIIT on glycemic control and body composition of individuals with DM2. This is a descriptive literature review, in which randomized controlled trials were included, available for reading in full, published between 2013 and 2023 in English and Portuguese languages, with methodological quality evaluated according to the PEDro Scale. The review included a total of 86 participants, with the number ranging from 16 to 37 in each study. The percentage of participants by gender was not balanced (M=60; F=26). HIIT sessions lasting 11-12 weeks were conducted. Exercise intensity was controlled using different measures, such as maximum heart rate and peak work rate. The analysis of the adjacent literature confirmed the effectiveness of HIIT for DM2 in the parameters addressed, despite some divergence. Improvement was also observed in other measures such as fitness and cardiovascular risk. However, the lack of standardization in training protocols makes future research necessary to provide more solid and detailed evidence on the effects of HIIT in this population.

Keywords: High-intensity interval training; Glycemic control; Body composition; *Diabetes Mellitus*, Type 2.

Resumen

La *Diabetes Mellitus* tipo 2 (DM2) se caracteriza por la resistencia y la producción inadecuada de insulina por el páncreas, estando asociada a factores como la obesidad y el sedentarismo. El tratamiento implica cambios en el estilo de vida, como el ejercicio, y, en algunos casos, el uso de medicamentos, siendo necesario un control continuo. En este sentido, el Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad (HIIT) es una alternativa de tratamiento físico prometedor. Este estudio tiene como objetivo averiguar cuáles son los efectos del HIIT en el control glucémico y la composición corporal de los individuos con DM2. Se trata de una revisión de la literatura descriptiva, en la que se incluyeron ensayos clínicos aleatorios y controlados disponibles para su lectura en su totalidad, publicados entre 2013 y 2023 en inglés y portugués, con calidad metodológica evaluada de acuerdo con la PEDro Scale. La revisión incluyó un total de 86 participantes, con un número que oscilaba entre 16 y 37 en cada estudio. No había equilibrio de género (M = 60; F = 26). Se realizaron sesiones de HIIT con una duración de 11-12 semanas. La intensidad del ejercicio se controló utilizando diferentes medidas, como la frecuencia cardíaca máxima y la tasa de trabajo máxima. El análisis de la literatura adyacente confirmó la efectividad del HIIT para la DM2 en los parámetros abordados, a pesar de algunas divergencias. También se ha observado una mejora en otras medidas como el acondicionamiento físico y el riesgo cardiovascular. Sin embargo, la falta de estandarización en los protocolos de formación hace necesaria la elaboración de futuras investigaciones para proporcionar pruebas más sólidas y detalladas sobre los efectos del HIIT en esta población.

Palabras clave: Entrenamiento de intervalos de alta intensidad; Control glucémico; Composición corporal; *Diabetes Mellitus* Tipo 2.

1. Introdução

A *Diabetes Mellitus* (DM) pode ser descrita como uma junção de alterações metabólicas embasada por níveis elevados de glicemia, periodicamente, em detrimento da deficiência na produção ou da função realizada pela insulina, o que consequentemente gera complicações de longo prazo (Ministério da Saúde, 2020a). A insulina é um hormônio produzido pelo pâncreas, órgão em que se realiza a manutenção metabólica da glicose. A falta da insulina resulta em déficit na metabolização da glicose, acarretando na diabetes. A doença se caracteriza por hiperglicemia (altas taxas de açúcar no sangue) permanente (Diabetes, 2009).

Portanto, a DM é uma doença crônica que apresenta sintomas ao longo dos anos de forma gradativa e tem múltiplas causas, podendo o tratamento relacionar-se intrinsecamente com mudanças de estilo de vida. Pode ser classificada em quatro tipos, são eles: o Tipo 1 - sua etiologia baseia-se na destruição das células produtoras de insulina, em consequência de uma alteração do sistema imunológico, a qual os anticorpos atacam as células que produzem a insulina; o Tipo 2; a Diabetes Gestacional - caracterizado pela diminuição da tolerância à glicose e deve ser diagnosticada pela primeira vez na gestação, podendo ou não persistir após o parto; e o diabetes que é causado por alterações genéticas associadas com outras doenças ou com o uso de medicamentos específicos (Ministério da Saúde, 2020c).

Dessa maneira, quando se adiciona o termo “tipo 2”, refere-se a um tipo de diabetes que possui como característica primordial uma progressiva deficiência de secreção de insulina, juntamente com uma resistência à ação de insulina (Ministério da Saúde, 2020b). Na sociedade contemporânea a DM tipo 2 (DM2) se tornou um sério problema de saúde pública, visto que a DM2 é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV), como a hipertensão arterial sistêmica (HAS), doenças oculares, doenças renais e doenças neurológicas. Por sua vez, essa maior incidência de doenças vem resultando em altos custos à saúde, reduzindo a qualidade de vida e aumentando os índices de mortalidade, de forma que a DM, juntamente com câncer, DCV e doenças respiratórias, é responsável por 80% da mortalidade por doenças crônicas no país (Ministério da Saúde, 2020a).

Nesse sentido, a DM é predisposta por vários fatores de risco, dentre eles estão: o sobrepeso (IMC ≥ 25 kg/m²), o sedentarismo, a presença da doença no histórico familiar em primeiro grau, ser mulheres com uma gestação prévia com feto com ≥ 4 kg ou com diagnóstico de DM gestacional, a hipertensão arterial sistêmica ($\geq 140/90$ mmHg ou uso de anti-hipertensivo), o colesterol HDL ≤ 35 mg/dL e/ou triglicérides ≥ 250 mg/dL, ser mulher com síndrome dos ovários policísticos, outras condições clínicas associadas à resistência insulínica (como a obesidade III e a acantose nigricante), e por último o histórico de doença cardiovascular. Sendo assim, DM2 é uma doença de causa multifatorial, no entanto sempre em consonância com à predisposição genética, à idade avançada, ao excesso de peso, ao sedentarismo e a hábitos alimentares não saudáveis (Ministério da Saúde, 2020b).

Relacionando dados, segundo a International Diabete Federation (IDF), a prevalência mundial de DM é de 8,8%, o que indica que há 415 milhões de pessoas portadoras DM e, alarmantemente, sabe-se que a metade não tem o conhecimento que portam a doença (Ministério da Saúde, 2020a). Trazendo à realidade, o Brasil é o 5º país em incidência de diabetes no mundo, com 16,8 milhões de doentes adultos (20 a 79 anos), perdendo apenas para China, Índia, Estados Unidos e Paquistão. Estima-se que a incidência da doença em 2030 será de 21,5 milhões. Desse modo, quando se restringe ao DM tipo 2, os dados inferem que dentre os casos de DM, 90 a 95% são do tipo 2, o que demonstra que a crescente prevalência de diabetes em todo o mundo é intimamente relacionada aos fatores socioeconômicos, demográficos, ambientais, genéticos e comportamentais da sociedade atual (Ministério da Saúde, 2020c).

Nesse contexto, o diagnóstico de DM deve ser sempre estabelecido pela identificação de hiperglicemia. Para a obtenção desse resultado, podem ser utilizados os exames da glicemia plasmática de jejum, do teste de tolerância oral à glicose (TOTG) e da hemoglobina glicada (A1c). Em algumas situações, faz-se o rastreamento em pacientes assintomáticos, para os quais é indicado a glicemia plasmática de jejum maior ou igual a 126 mg/dl, a glicemia duas horas após uma sobrecarga de 75 g de glicose igual ou superior a 200 mg/dl ou a HbA1c maior ou igual a 6,5%. Dessa forma, para haver diagnóstico é necessário que dois exames indiquem alteração, de modo que, se apenas um exame estiver alterado, este será repetido para confirmação (Cobas *et al.*, 2022).

Nesse sentido, como DM2 costuma ter evolução silenciosa e portanto, pode permanecer assintomática por vários anos, o diagnóstico abrange a identificação da população em três importantes grupos para respectivas recomendações de prevenção, monitoramento ou tratamento: os saudáveis; os assintomáticos; os que são identificados como pré-diabéticos - são orientados a realizar mudanças de hábitos de vida e reavaliação da resposta, e os pacientes com DM2 que iniciam o tratamento farmacológico juntamente com a mudança de hábitos comportamentais (Ministério da Saúde, 2020b). Logo, é iminente a necessidade, para os selecionados nos três grupos citados, o controle da glicemia, uma vez que, esse controle irá mediar o diagnóstico da doença ou à saúde.

Além disso, é fundamental atentar-se aos indicadores antropométricos que indicam risco ao sobrepeso e à problemas de saúde, durante a avaliação e o diagnóstico da doença, visto que, entre os indivíduos com maior risco de desenvolvimento de DM2, estão os que apresentam obesidade. Dito isto, duas medidas importantes são: a Circunferência abdominal (CA) e o IMC.

Para a CA, é indicado fator de risco quando a cintura não ultrapassa 102cm nos homens e 88cm nas mulheres, de forma que, a relação entre a circunferência abdominal e a circunferência do quadril não seja ser maior que 1,0 nos homens e 0,85 nas mulheres. Enquanto, para o IMC, quando esse estiver: > 25 kg/m² é definido o sobrepeso, > 30 kg/m² é definido a obesidade e para > 28 kg/m² é definido a obesidade leve (OMS, 1989).

Diante disso, de acordo com o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas Diabete Melito Tipo 2 (Ministério da Saúde, 2020b) a abordagem não-farmacológica para indivíduos com DM2 inclui a mudança de hábitos de vida como redução de adiposidade corporal, mudança dos hábitos alimentares e prática de exercícios físicos. Recomenda-se que esses pacientes pratiquem exercícios aeróbicos moderados ou intensos por no mínimo 150 minutos semanais combinados com exercícios resistidos com pelo menos 5 ou mais variações, cada um com no mínimo uma série de 10 a 15 repetições, duas a três sessões por semana, haja vista que reduzem os níveis de hemoglobina glicada (Silva, 2022).

Como alternativa para abordagem dos exercícios físicos, o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) é um treinamento de curta duração em que estímulos de alta intensidade (máxima ou supramáxima, que podem ser chamadas de “all out”), intercalados por recuperações em baixa intensidade ou parado, são aplicados. Um único estímulo pode durar de segundos a minutos, com vários estímulos separados por descansos de baixa intensidade ou parado (Silva & Benedet, 2016).

Pesquisas foram feitas realizando controle de variáveis do estímulo e tempo de recuperação, bem como a frequência semanal, para criar e evidenciar protocolos sustentáveis que mostrem os efeitos do HIIT (Silva & Benedet, 2016). O HIIT vem sendo usado há décadas para atletas melhorarem seu desempenho esportivo. Atualmente, esse modelo está sendo aprimorado de forma segura para seus benefícios serem utilizados na população geral, auxiliando no controle do sobrepeso e obesidade, fortalecendo o coração (doenças cardiovasculares), auxiliando no controle da hiperglicemia no sangue (Diabetes *Mellitus*), entre outros (Silva & Benedet, 2016).

A *American College of Sports Medicine*, em uma declaração de consenso publicada em 2022, aborda o Exercício Intervalado de Alta Intensidade (HIIE, sinônimo do HIIT), como uma estratégia eficaz para o manejo de diversos aspectos relacionados à DM2. A alta intensidade de exercício foi considerada superior no controle da glicose e diminuição dos níveis de insulina em adultos com DM2. O HIIE favoreceu o controle glicêmico, melhora dos níveis de condicionamento físico, redução do A1c e IMC, melhor composição corporal, maior sensibilidade à insulina e função das células β pancreáticas em adultos com DM2 (Kanaley *et al.*, 2022).

A melhora da função cardiovascular também foi observada, tendo em vista a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, melhora da função diastólica, aumento da massa da parede do ventrículo esquerdo, maior volume sanguíneo diastólico final e melhora da função endotelial. No entanto, alerta-se para a monitorização da resposta do indivíduo com DM2, tendo em vista que o treinamento intenso crônico pode levar a resultados desfavoráveis, como por exemplo, a hiperglicemia pós-exercício transitória (Kanaley *et al.*, 2022).

Diante do crescente número de casos de Diabetes *Mellitus* e sabendo-se da importância da prática de exercício físico para essa população, o presente estudo tem o intuito de averiguar quais são os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade no controle glicêmico e na composição corporal de indivíduos com DM2.

2. Metodologia

Este estudo se caracteriza como uma revisão integrativa, um método de pesquisa que segundo Whittemore e Knafl (2005), é “uma das mais amplas abordagens metodológicas referentes às revisões, permitindo uma compreensão completa do fenômeno analisado”. Trata-se de uma pesquisa descritiva realizada através da revisão de literatura utilizando as bases de dados *Excerpta Medica Database* (EMBASE) via *ScienceDirect*, PubMed, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro).

2.1 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos estudos de intervenção do tipo ensaio clínico randomizado e controlado que correspondem à pergunta norteadora, cuja população possuísse diagnóstico de DM tipo 2. Delimitou-se estudos pela data de publicação, considerando os estudos publicados entre 2013 e 2023 nos idiomas inglês e português. Em contrapartida, foram excluídos estudos duplicados, que não contemplassem o objetivo, artigos na modalidade de tese, resumos de eventos, dissertações, monografias, estudos delineados como “estudo piloto” e “meta análise”, artigos em outro idioma e texto completo não disponível na íntegra.

2.2 Estratégia de busca

Inicialmente foi desenvolvida a pergunta norteadora para dar início a busca dos estudos na literatura, constituída por meio da estratégia PICOS, referenciada pela prática baseada em evidência (PBE). A pergunta norteadora é um importante componente da pesquisa científica pois permite a sistematização da busca bibliográfica de evidências na literatura, favorecendo o alcance de resultados (Santos et al., 2014).

O acrônimo PICO vem do inglês e corresponde aos itens: *Population* (População), *Intervention* (Intervenção), *Comparison* (Comparação) e *Outcomes* (Desfechos). Segundo Santos, Pimenta e Nobre (2014): “Dentro da PBE esses quatro componentes são os elementos fundamentais da questão de pesquisa e da construção da pergunta para a busca bibliográfica de evidências”. O “S” do termo refere-se ao *study type* (tipo de estudo) e é adicionado para limitar a pesquisa ao tipo de estudo mais adequado para atender a pergunta norteadora, evitando a aparição de artigos irrelevantes na pesquisa (Methley et al., 2014).

A partir do que foi posto, elaborou-se a seguinte pergunta norteadora: “Qual o impacto do HIIT no controle glicêmico e composição corporal em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2?” (Quadro 1).

Quadro 1 - Aplicação da estratégia PICOS.

Acrônimo	Definição	Aplicação
P	População	Indivíduos portadores de diabetes mellitus tipo 2
I	Intervenção	Treinamento Intervalado de Alta Intensidade - HIIT
C	Comparação	Indivíduos que não receberam o treinamento HIIT/ Outros tipos de treinamento
O	Desfechos	Controle glicêmico e composição corporal
S	Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado e controlado

Fonte: Autores (2023).

As palavras-chave utilizadas na estratégia de busca foram localizadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e *Medical Subject Headings* (MeSH). Foram formados blocos de descritores utilizando os seguintes termos e seus sinônimos: treinamento intervalado de alta intensidade, diabetes mellitus tipo 2, controle glicêmico e composição corporal (Quadro 2).

Quadro 2 - Palavras-chave localizadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS/MeSH).

DESCRITOR 1: Treinamento Intervalado de Alta Intensidade - HIIT	DESCRITOR 2: Controle glicêmico	DESCRITOR 3: Composição Corporal	DESCRITOR 4: Diabetes Mellitus tipo 2
1. High-Intensity Interval Training 2. High Intensity Interval Training 3. HIIT 4. High-Intensity Intermittent Exercise	1. Glycemic Control 2. Blood Glucose Control 3. Blood Glucose	1. Body Composition 2. Body Constitution 3. Body Constitution 4. Body Weights and Measures 5. Body Weight 6. Body Fat Distribution 7. Body Fat Patterning 8. Adiposity	1. Diabetes Mellitus, Type 2 2. Diabetes Mellitus, Noninsulin-Dependent 3. Diabetes Mellitus, Ketosis Resistant 4. Diabetes Mellitus, Type II 5. Diabetes Mellitus, Slow Onset 6. Diabetes Mellitus, Adult Onset 7. Diabetes Mellitus, Maturity Onset 8. Diabetes, Maturity-Onset 9. Diabetes, Type 2

Fonte: Autores (2023).

Estes termos foram combinados utilizando operadores booleanos (*OR* e *AND*). Complementarmente, foi utilizado o filtro de busca automatizado para a identificação de estudos do tipo ensaio clínico (ECR e ECC).

2.3 Seleção de estudos e extração de dados

A priori, realizou-se a busca nas bases de dados, leram-se os títulos, excluíram-se os estudos duplicados e selecionaram-se aqueles compatíveis com a temática para análise dos resumos. Após a leitura dos resumos, foram elencados os estudos potencialmente elegíveis que foram recuperados na íntegra para leitura completa. Para a análise qualitativa, foram extraídos dados sobre: nome dos autores, ano de publicação, local de estudo, tamanho amostral, faixa etária (anos), descrição da intervenção, desfechos e resultados (Quadro 4).

2.4 Avaliação da qualidade metodológica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada de acordo com a PEDro Scale (Quadro 3), descrita na base de dados *Physiotherapy Evidence Database*. Esta escala reúne 11 itens (sendo o primeiro não pontuável) próprios para a avaliação da qualidade metodológica e descrição estatísticas dos resultados de estudos controlados aleatorizados. A pontuação de 0 a 10 pontos é resultado da soma do número de itens (do 2 ao 11) que foram supridos e representam o resultado da análise de forma simples e clara aos examinadores (Shiwa *et al.*, 2011).

Quadro 3 - Qualidade metodológica dos estudos incluídos.

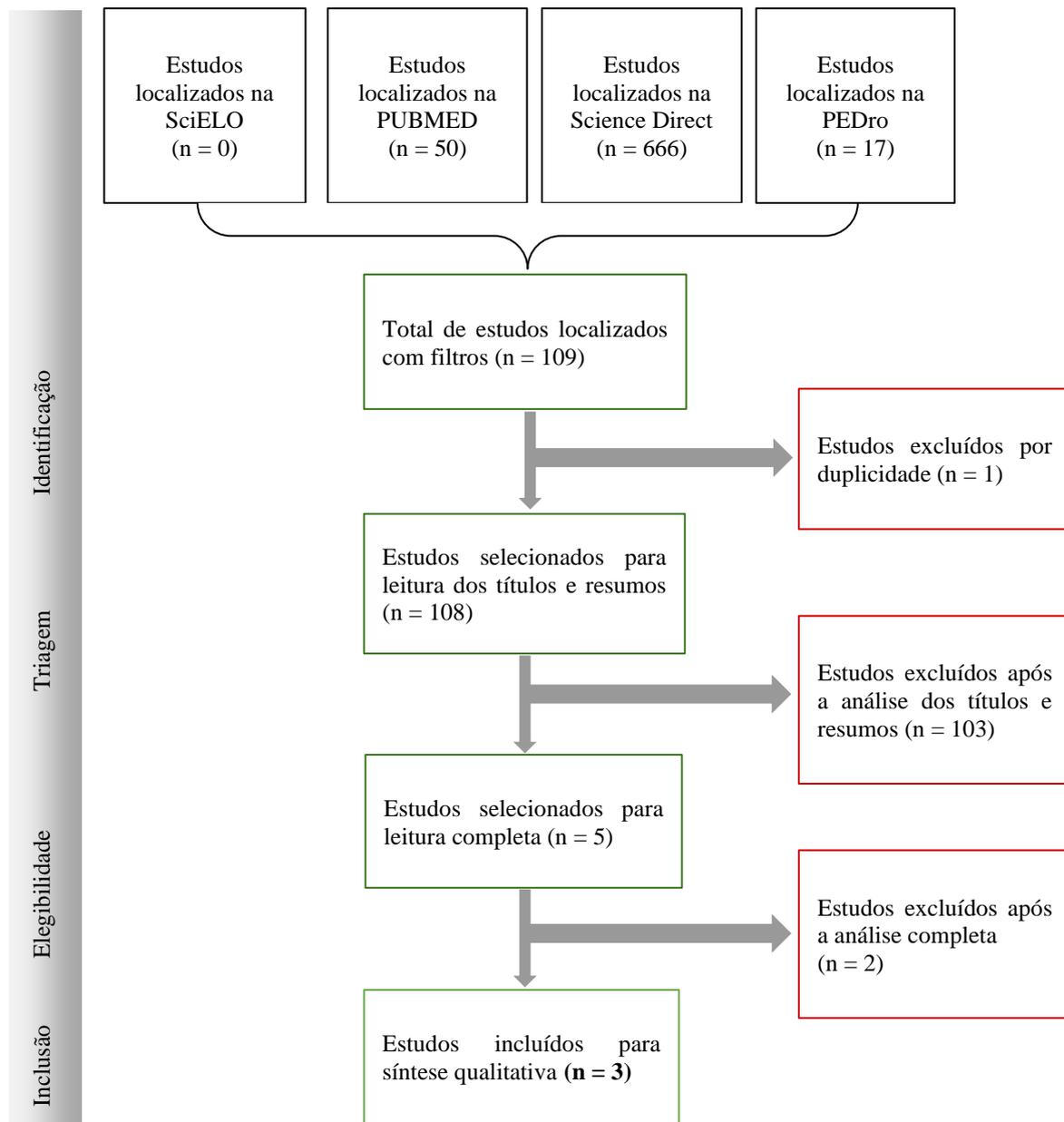
Crítérios avaliados	LI <i>et al.</i>, 2022	KOH <i>et al.</i>, 2018	SUDARSONO <i>et al.</i>, 2019
Crítérios de elegibilidade	+	+	+
Alocação aleatória	+	+	+
Alocação oculta	+	-	-
Grupos semelhantes	+	+	+
Cegamento dos participantes	-	-	-
Cegamento dos terapeutas	-	-	-
Cegamento dos avaliadores	-	-	+
Acompanhamento adequado	-	+	-
Análise da intenção de tratar	+	+	-
Comparações entre grupos	+	+	+
Medidas de precisão e variabilidade	+	+	+
Escore total	6/10	6/10	5/10

Fonte: Autores (2023).

3. Resultados

A busca nas bases de dados resultou em 733 estudos, com o adicional do filtro de busca supracitado, restaram 109. Destes, 1 foi excluído por estar duplicado, permanecendo 108 estudos para leitura de títulos. Subsequentemente, foi realizada a análise dos títulos, na qual 8 estudos foram elegíveis para a leitura dos resumos. Após leitura dos resumos, restaram 5 artigos para leitura completa na íntegra. Os estudos que apresentaram os critérios predeterminados foram lidos na íntegra para análise e extração dos dados. Em suma, 3 estudos foram incluídos para o desenvolvimento da presente revisão (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma - Sistematização dos estudos selecionados na revisão.



Fonte: Autores (2023).

Quadro 4 - Características dos estudos incluídos.

Ref.	País	Faixa etária	Tamanho amostral	Descrição da intervenção	Duração/Frequência	Desfechos	Resultados
LI, et al. 2022	China	32 a 47 anos	n = 37 (homens), dos quais 13 foram inseridos no G1 (HIIT), 12 no G2 (MICT) e 12 no G3 (CON)	Durante 12 semanas, ambos os G1 e G2 treinaram na bicicleta sueca Monark, com 5 exercícios programados por semana. Enquanto o G3 recebeu aconselhamento padrão sobre diretrizes convencionais de exercícios para DM2, Nos G1 e G2, cada sessão de exercício foi o seguinte: aquecimento 5' (3' fora da bicicleta, 2' na bicicleta), exercício de intensidade moderada (ajustando gradualmente a carga da bicicleta para uma frequência cardíaca máxima de consumo de oxigênio na faixa de 50%–70% e 80%–95% para MICT e HIIT, respectivamente). A FCmáx foi registrada usando um testador de ciclo. O RPE foi registrado usando uma escala subjetiva de esforço (RPE 6-20) no final de cada semana. O VO2máx foi testado usando o método de teste de Astrand com a bicicleta.	Ambos praticaram 5x por semana, sendo 15' por sessão para G1 e 30' por sessão para G2.	Testes: pressão arterial, VO2max, FBG, HbA1c, FI e outros índices bioquímicos do sangue no hospital experimental antes da intervenção de exercício ser realizada.	O treinamento resultou em um índice de peso médio não diferente significativamente entre os grupos ($p = 0.398 > 0.05$), os IMC foram estatisticamente diferentes (difference = 1.3), os VO2máx do G1 e G2 ↑ ($p = 0.100 > 0.05$), os FBG ↓ ($p = 0.001 < 0.01$), os HbA1c ↓ e foram estatisticamente diferentes (difference = 0.14), os FI ↓ em G1 ($p = 0.005 < 0.01$) e em G2 ($p = 0.001 < 0.01$).
KOH, et al. 2018	Dinamarca	57 ± 7 anos	n = 16, dos quais 8 foram inseridos no G1 - END (4 homens e 4 mulheres) e outros 8 inseridos no G2 - HIIT (5 homens e 3 mulheres).	Durante as 11 semanas, os participantes treinaram 3x por semana em cicloergômetros: G1 (END), por 40', intensidade constante de 50% W pico; G2 (HIIT), por 20', alternando entre 95% W pico e 20% W pico em 1' cada. A frequência cardíaca foi monitorada a cada sessão de treinamento (aquecimento e período de exercício), e o gasto energético do exercício foi calculado com base na carga de trabalho prescrita e nas equações do <i>American College of Sports Medicine</i> . A carga de trabalho máxima foi reavaliada após 4 e 8 semanas de treinamento para manter a carga de trabalho relativa durante o período de intervenção.	11 semanas de ciclismo de 40' a 50% da carga de trabalho máxima (Endurance, n = 8) ou 10 intervalos de 1' de ciclismo a 95% da carga de trabalho máxima separados por 1' de recuperação (intervalo de alta intensidade, n= 8), 3x por semana.	Exame médico padronizado (análise química do sangue, eletrocardiograma de 12 derivações em repouso e teste oral de tolerância à glicose (OGTT), Biópsias musculares (m. vasto lateral), Procedimento Western Blot, Microscopia Eletrônica de Transmissão	O treinamento ↓ a massa corporal ($P = 0,01$), ↓ a massa gorda ($P = 0,01$), melhorou as medidas de controle glicêmico sem jejum ($P \leq 0,02$), sem diferença entre as modalidades de treinamento ($P > 0,05$). O HIIT tendeu a ↑ o VO ₂ pico relativo mais do que o END ($P = 0,08$) com ↑ de 21% após o HIIT ($P = 0,001$) e ↑ de 9% após o END ($P = 0,04$).

<p>SUDARSONO, et al. 2019</p>	<p>Indonésia</p>	<p>35 e 64 anos</p>	<p>n = 33 (14 homens e 28 mulheres), dos quais 22 foram inseridos no grupo 1 (EXP) e 20 no grupo 2 (CTR).</p>	<p>G1 (EXP), combinação de HIIT e TR: HIIT - ciclos de 1' de exercícios de ↑ intensidade e 4' de recuperação com exercício de ↓ intensidade. Intensidade: FC_{máx}, estimada a partir do VO₂máx. Iniciou com volume de exercício baixo a moderado. TR - 9 Exercícios de resistência de peso livre ou resistência de máquina de peso, aumentada gradualmente usando a classificação do esforço. 2 semanas iniciais: período de adaptação. 3ª semana: extensão de perna, flexão de perna, polia dupla ajustável e lat. máquinas de exercícios foram usadas em seguida. G2 (CTR), exercícios cardiorrespiratórios contínuos, 1x por semana, início com o mesmo volume de exercício do G1. Após 2 semanas, ↑ gradual da intensidade. A carga de exercício para as semanas 3 - 6 foi fixada em 70% - 75% da FC_{máx} por 25'. Nas 6 semanas finais, foi ajustado em 75% - 80% da FC_{máx} por 30'. Todas as sessões em ambos os grupos começaram e terminaram com 10 mov. de alongamento. Cada sessão de cardio incluiu 5' de aquecimento e resfriamento na máquina de exercícios.</p>	<p>Durante 12 semanas - 814 sessões, HIIT 3x por semana com treinamento de resistência, RT 2x por semana.</p>	<p>Amostras de sangue, termos de controle glicêmico (HbA1c), nível de condicionamento físico (VO₂ máx) e estresse oxidativo (concentração de MDA e atividade de SOD).</p>	<p>Não houve diferença significativa na análise das alterações de HbA1c entre os grupos, porém o VO₂máx no grupo EXP apresentou ↑ significativo. Houve diferenças significativas entre os grupos EXP e CTR na alteração da concentração de MDA e na alteração da atividade SOD (↓ estresse oxidativo).</p>
--------------------------------------	------------------	---------------------	---	---	---	--	--

Legenda: HIE, exercício de alta intensidade; HIIT, treinamento intervalado de alta intensidade; FC_{máx}, frequência cardíaca máxima; LIE, exercício de baixa intensidade; Rep, repetição; RPE, classificação de esforço percebido; TR, treinamento de resistência; HbA1c, hemoglobina A glicada; MDA, malondialdeído; SOD, superóxido dismutase; VO₂máx, consumo máximo de oxigênio; MICT, treinamento contínuo de intensidade moderada; CON, controle; RPE, escala de avaliação da percepção do exercício; FGB, glicemia de jejum; FI, insulina de jejum. Fonte: Autores (2023).

Dentre os três estudos incluídos na presente revisão, diferentes objetivos foram analisados utilizando o HIIT aplicado em uma população com T2DM. Dentre os objetivos avaliados estão, o controle glicêmico (n = 3), o estresse oxidativo (n = 1), a composição corporal (n = 2), o condicionamento cardíaco e pulmonar (n = 1), o índices de pressão arterial (n = 1), aptidão cardiorrespiratória (n = 1), o conteúdo volumétrico subcelular específico do tipo de fibra e a morfologia de gotículas lipídicas e mitocôndrias em músculos esqueléticos (n = 1).

Diversos parâmetros foram avaliados nos artigos selecionados, incluindo medidas de controle glicêmico e composição corporal. Em um dos estudos, avaliou-se peso, pressão arterial (PA), volume máximo de oxigênio (VO₂max), glicemia de jejum (FBG), hemoglobina glicada (HbA1c), insulina de jejum (FI) e outros índices bioquímicos do sangue. Outro estudo também avaliou os valores sanguíneos de HbA1c e VO₂máx (como medida de aptidão física), além de malondialdeído (MDA) e superóxido dismutase (SOD). Semelhantemente, outro dos estudos avaliou massa corporal, gordura corporal, PA, resistência à insulina e, através da coleta de sangue foram mesurados a glicose plasmática, HbA1c, lipídios, peptídeo C e níveis séricos de insulina. Para avaliar a aptidão física também foram analisados o VO₂ máx, pico de taxa de trabalho (Wpeak) e frequência cardíaca (FC).

Foram avaliados um total de 86 indivíduos, variando entre 16 e 37 participantes. Tendo em vista que o sexo pode ser um aspecto importante no estudo, não houve equilíbrio entre os sexos, com 70% (n= 60) para o sexo masculino, 30% (n = 26) para o sexo feminino. Um estudo foi realizado apenas com homens e os outros dois com homens e mulheres.

Os estudos realizaram sessões de HIIT entre 11 e 12 semanas, onde dois estudos utilizaram uma frequência semanal de três e um de cinco vezes por semana. Um dos artigos utilizou o HIIT em combinação com o TR por intermédio de exercícios resistidos para MMII, enquanto dois estudos realizaram o HIIT como aeróbio.

Quanto a intensidade do exercício, tomando como base o percentual da Frequência Cardíaca Máxima (FCmax), no estudo de LI *et al.* (2022), o HIIT foi executado intercalando momentos de alta intensidade, correspondentes a uma frequência cardíaca (FC) de 80% a 90% da FCmáx, e momentos de recuperação ativa, alcançando aproximadamente 25% da FCmáx. Sudarsono *et al.* (2019), nas primeiras 2 semanas de intervenção, realizaram o HIIT a uma intensidade moderada (FC=60% a 70% da FCmáx), visando a adaptação dos participantes do estudo ao treinamento. No entanto, a partir da terceira semana de intervenção, o HIIT passou a ser feito intercalando exercícios de alta intensidade (HIE) com exercícios de baixa intensidade (LIE). Da quarta à sexta semana intercalou-se 1 minuto de HIE alcançando uma FC de 90% para cada quatro minutos de LIE à 70% da FCmáx, já da sétima à décima segunda semana foram 1 minuto de HIE a 92% para cada 6 minutos de LIE a 75% da FCmáx.

Diferentemente dos outros dois artigos, no estudo de KOH *et al.* (2018), foi utilizada a medida de pico de taxa de trabalho (Wpeak) como parâmetro de intensidade de exercício. O HIIT foi realizado alternando-se períodos de 90% Wpeak e 20% Wpeak com duração de 1 minuto cada.

4. Discussões

O HIIT promove a captação de glicose pelas células musculares, independentemente da ação da insulina, o que leva a uma redução nos níveis de glicose no sangue. A resposta ao exercício pode variar de acordo com a gravidade da hiperglicemia e outros fatores individuais, como idade, composição corporal, níveis de condicionamento físico e aderência ao programa de exercícios. Portanto, é imprescindível considerar a individualidade de cada pessoa ao interpretar os resultados dos estudos e ao desenvolver programas de exercícios personalizados.

A pesquisa desenvolvida para esta revisão demonstrou efeitos positivos do HIIT em diversos aspectos relacionados à DM2. No entanto, além da quantidade reduzida de estudos com maior evidência selecionados, os parâmetros de avaliação e análise dos resultados variaram entre cada um.

Em geral, os resultados mostraram que os níveis basais mais elevados de HbA1c foram associados a maiores reduções dessa medida após as intervenções de exercícios. Esses achados estão em linha com estudos anteriores que demonstraram uma relação entre a gravidade da hiperglicemia e a resposta ao exercício. A pesquisa de Hansen *et al.* (2009) mostrou que o treinamento aeróbico contínuo em intensidade baixa a moderada ou treinamento intervalado em intensidades moderada a alta com duração de 6 meses, combinados com o custo energético, induziram redução de HbA1c em pacientes com DM2.

Assim como o estudo supracitado, Mendes *et al.* (2019) desenvolveram um estudo randomizado e controlado, no qual observou-se uma adesão satisfatória aos procedimentos experimentais, onde o HIIT mostrou uma redução mais significativa nos níveis de glicemia em comparação ao grupo CON e ao MICT (treinamento contínuo de intensidade moderada). Assim, esses resultados indicam que o HIIT pode ter um impacto mais benéfico no controle glicêmico agudo em comparação ao exercício contínuo de intensidade moderada, demonstrando que esses efeitos na glicemia podem ser mais pronunciados durante e imediatamente após a sessão de exercício.

Além do controle glicêmico, o HIIT também mostrou melhorias significativas na composição corporal. Houve uma redução no percentual de gordura corporal e uma melhora na massa magra em indivíduos com DM2 que participaram desses protocolos de exercícios. Em paralelo, Alvarez *et al.* (2016) e Liu *et al.* (2019) evidenciam os aspectos positivos do HIIT na melhoria da composição corporal nessa população. Ambas as pesquisas observaram redução do percentual de gordura corporal e aumento da massa magra como resultado do HIIT. Essas melhorias na composição corporal são relevantes para o controle da doença e podem contribuir para reduzir o risco de complicações associadas a DM2. Portanto, esses estudos reforçam a eficácia do HIIT na melhoria da composição corporal em indivíduos com DM2.

A prática de exercícios físicos é uma via de tratamento poderosa contra o controle e a prevenção de doenças crônicas. O estudo de Shaban *et al.*, (2014) corrobora com essa afirmação, onde teve como objetivo examinar os efeitos do HIIT por duas semanas em portadores de DM2. Nove indivíduos foram submetidos a seis sessões de treinamento individualizado de HIIT. Os resultados foram a redução da glicose no sangue imediatamente após cada sessão de HIIT. Outro estudo que ratifica a afirmação feita é o de Álvarez *et al.* (2017), onde o objetivo foi investigar os efeitos e a prevalência de Não Respondedores para HIIT e Treinamento de resistência (RT) em mulheres com resistência à insulina. 35 mulheres foram divididas em grupo HIIT e grupo RT. Foi medido a antropometria, pressão arterial, glicose e força muscular antes e depois das 12 semanas de intervenção. Após as 12 semanas, os resultados foram a diminuição da circunferência de cintura, espessuras de dobras cutâneas, massa gorda, pressão arterial, glicose em jejum, insulina e HOMA-IR, índice utilizado no exame de sangue para avaliar a resistência à insulina (Filho *et al.*, 2023). Portanto, os estudos demonstram os benefícios do HIIT para a população diabética.

Madsen *et al.* (2015), também compactuam com esses achados, com um programa de HIIT que obteve resultados favoráveis ao controle glicêmico e composição corporal em indivíduos com DM2. Obtiveram-se resultados significativamente menores no exame de hemoglobina glicosilada (HbA1c) e concentração média de glicose venosa em jejum após teste de tolerância à glicose ao final de 2 horas. Houve redução significativa de gordura abdominal observada pela absorciometria de raio-x dupla energia de corpo inteiro e circunferência abdominal, além da redução do IMC e melhora da massa magra. Outras variáveis analisadas que também obtiveram efeitos positivos foram: função pancreática, sensibilidade à insulina, pressão arterial e capacidade de exercício. Esses resultados demonstram que o HIIT pode ser uma estratégia de exercício eficiente na abordagem ao paciente com DM2.

Em paralelo com o estudo supracitado, uma recente revisão de escopo de Bubolz & Ostolin (2022) no qual utilizou o HIIT de intervalo curto, apresentou efeitos positivos em desfechos metabólicos e antropométricos, mostrando-se um método útil para essa população. Foi identificado redução do peso corporal, IMC, porcentagem de gordura corporal e glicemia de jejum em todos os estudos avaliados, como também foi apontado uma redução da HbA1c na maioria dos estudos incluídos na revisão.

Outros achados observados foi o aumento do HDL, a redução do LDL, triglicerídeos, PAS, marcadores de resistência à insulina e uso de medicamentos relacionados à hiperglicemia e hipertensão.

Petersen *et al.* (2022) realizaram um estudo de intervenção com HIIT em homens obesos com DM2, homens obesos e homens magros. Nos resultados, foi observado uma redução relevante na HbA1c, glicemia de jejum, melhora na sensibilidade à insulina e no grupo de homens com DM2. Além disso, também houve aumento da VO₂máx e diminuição da massa gorda total neste grupo.

Assim como propõe esta revisão, Magalhães *et al.* (2021) observaram a relação entre a obesidade e a DM2, além do alto risco cardiovascular. Dessa forma, realizaram um estudo comparando os efeitos de um ano de HIIT e do treinamento contínuo moderado (MCT) na massa gorda (absorciometria de raios-X de dupla energia), controle glicêmico (níveis sanguíneos de glicose, insulina e HbA1c), hemodinâmica, rigidez arterial e estrutura arterial de indivíduos com DM2. Houve uma proporção de cerca de 50% de indivíduos classificados com redução significativa na massa gorda, tanto no grupo HIIT (10/19) quanto no grupo MCT (10/21). É válido ressaltar que os indivíduos com redução não significativa da massa gorda nesses grupos também apresentaram alterações favoráveis nos índices vasculares estruturais e de rigidez, apesar de que o grupo de maior significância obteve resultados melhores para a rigidez vascular e aspectos hemodinâmicos. Esses resultados demonstram mais um benefício do HIIT, a diminuição do risco cardiovascular em portadores de DM2. No entanto, diferentemente dos resultados achados nos artigos desta revisão, não houve efeito significativo do HIIT ou MCT sobre o controle glicêmico dos participantes do estudo.

Ademais, outras variáveis podem ser evidenciadas com o treinamento de HIIT em pacientes com DM2, tais como aptidão cardiorrespiratória e redução significativa na pressão arterial média. Assim, o estudo de Francois *et al.* (2017), um programa de ensaio clínico randomizado, utilizando o HIIT três vezes por semana em 12 semanas e suplementação nutricional, avaliou além do controle glicêmico e composição corporal as variáveis supracitadas. Como resultado, houve modificações favoráveis na composição corporal, com redução da massa corporal, melhorias na aptidão cardiorrespiratória, evidenciadas pelo aumento do VO₂ pico, redução significativa na pressão arterial média e um aumento na dilatação mediada pelo fluxo, sugerindo, assim, benefícios cardiovasculares associados ao HIIT.

Assim como o estudo supracitado, Mendes *et al.* (2019) desenvolveram um estudo randomizado e controlado, no qual observou-se uma adesão satisfatória aos procedimentos experimentais, onde o HIIT mostrou uma redução mais significativa nos níveis de glicemia em comparação ao grupo controle (CON) e ao MICT. Assim, esses resultados indicam que o HIIT pode ter um impacto mais benéfico no controle glicêmico agudo em comparação ao exercício contínuo de intensidade moderada, demonstrando que esses efeitos na glicemia podem ser mais pronunciados durante e imediatamente após a sessão de exercício.

Gentil *et al.* (2023) realizaram um ensaio clínico randomizado com indivíduos portadores de DM2, separando-os em grupo de MICT, treinamento intervalado de alta intensidade e curto intervalo (S-HIIT) e treinamento de alta intensidade com intervalo longo (L-HIIT), abordando também os parâmetros cardiometabólicos. Neste estudo foi observado aumento significativo de VO₂máx nos grupos em comparação com o grupo MICT. Ademais, os níveis de HbA1c, triglicerídeos e pressão arterial sistólica de repouso reduziram significativamente apenas no grupo L-HIIT. Entretanto, nenhuma das modalidades reduziu colesterol total, LDL, HDL e não houve mudanças significativas do pré para pós treino na glicemia de jejum, frequência cardíaca de repouso e pressão arterial diastólica de repouso.

Mello *et al.* (2022), também demonstraram efeitos benéficos do HIIT em outras variáveis como melhoria do VO₂máx em comparação com o grupo de controle e o MICT. Os benefícios do HIIT foram ilustrados por um aumento médio de 5,09 mL/kg/min no VO₂máx em relação ao grupo de controle, e um aumento médio de 1,9 mL/kg/min em comparação com o MICT. Além disso, o HIIT mostrou uma redução significativa nos níveis de HbA1c em comparação com o grupo de controle, embora não tenha havido diferença significativa entre o HIIT e o MICT nesse aspecto. Esses achados encontrados na revisão sistemática, sugerem que o HIIT pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a capacidade aeróbica e o controle glicêmico em diferentes

populações, enfatizando a importância de considerar diferentes parâmetros de treinamento para otimizar os resultados. Todavia, o estudo enfatiza a necessidade de realização de mais pesquisas para aprimorar a compreensão dos mecanismos subjacentes e fornece recomendações de treinamento mais específicas.

Uma revisão sistemática de Padovani, Arruda e Sampaio (2022), também investigou o efeito no controle glicêmico e alterações na aptidão física resultantes do TIAI (sinônimo de HIIT) ou treinamento combinado (TC) versus treinamento aeróbico contínuo (TAC) em uma população com DM2. Especificamente foi avaliado o VO₂pico e HbA1c, no qual sugeriu que o TIAI é superior ao TAC na melhora da aptidão física (aumento do VO₂ pico) nesses pacientes. No entanto, também é enfatizado a importância de mais pesquisas de qualidade sobre os benefícios de programas de exercícios específicos para essa população, a fim de contribuir na prevenção, no tratamento e na qualidade de vida desses pacientes.

5. Conclusão

Em suma, os resultados sugerem que o HIIT pode ser uma estratégia eficaz para melhorar o controle glicêmico e a composição corporal em pessoas com diabetes tipo 2. Os estudos destacaram a redução de FBG, HbA1c, controle glicêmico sem jejum, além da diminuição da massa corporal, massa magra e IMC. Outras medidas observadas foram o aumento do VO₂pico relativo e do VO₂ máx e redução do estresse oxidativo. No entanto, é importante destacar que os protocolos de HIIT podem variar em termos de intensidade, duração e frequência, e cada indivíduo pode responder de maneira diferente.

Diante da escassez de pesquisas sobre o HIIT em pacientes com Diabetes *Mellitus* tipo 2, estudos adicionais são necessários para fornecer diretrizes mais claras e personalizadas sobre o uso do HIIT na população em questão. É importante que estudos futuros abordem, de forma intensificada, os efeitos a longo prazo do HIIT, a segurança e tolerância do exercício, os perfis de resposta individual e a comparação com outras intervenções, a fim de fornecer evidências mais sólidas e detalhadas sobre os efeitos do HIIT nessa população específica.

Para as pesquisas futuras sobre o tema proposto, sugere-se o alcance de um maior número de participantes, com especificidade de faixa etária (os efeitos e tolerância ao treinamento podem variar entre populações mais jovens e mais idosas). O HIIT deve ser avaliado quanto a sua segurança ao paciente com Diabetes Mellitus tipo 2, como também ser aplicado por maior período de tempo e avaliados seus efeitos a curto, médio e longo prazo. É interessante que haja comparações com outras abordagens de treinamentos, com diferentes parâmetros de tempo, intensidade e tipo de exercícios, para verificar se o HIIT proporciona ou não benefícios adicionais nessa população. Outro ponto importante é a padronização das medidas de intensidade e os parâmetros de tempo, frequência e duração do exercício, além da uniformização dos instrumentos de avaliação dos efeitos do treinamento. Dessa forma, a prática do HIIT como estratégia para a abordagem ao paciente com DM2 deve ser embasada através de evidências mais concretas.

Referências

- Alvarez, C., Ramirez-Campillo, R., Martinez-Salazar, C., Mancilla, R., Flores-Opazo, M., Cano-Montoya, J., & Ciolac, E.G. (2016). Low-Volume High-Intensity Interval Training as a Therapy for Type 2 Diabetes. *International journal of sports medicine*, 37(9), 723–729.
- Álvarez, C., Ramírez-Campillo, R., Ramírez-Vélez, R., & Izquierdo, M. (2017). Effects and prevalence of nonresponders after 12 weeks of high-intensity interval or resistance training in women with insulin resistance: a randomized trial. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 122(4), 985–996.
- Bubolz, I. S., & Ostolin, T. L. V. P. (2022). Os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade em indivíduos com diabetes do tipo 2: uma revisão de escopo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 16(106), 568-584.
- Cobas, R. Rodacki, M., Giacaglia, L., Calliari, L. E. P., Noronha, R. M., Valerio, C., Custódia, J., Scharf, M., Barcelos, C. R. G., Tomarchio, M. P., Silva, M. E. R., Santos, R. F., Zajdenverg, L., & Gabbay, M. (2022). Diagnóstico do diabetes e rastreamento do diabetes tipo 2. *Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes*.
- Filho, A. A. M., & Oliveira, V. K. (2023) Índice HOMA: O Que É Isso? ABC Med.

- Francois, M. E., Durrer, C., Pistawka, K. J., Halperin, F. A., Chang, C., & Little, J. P. (2017). Combined Interval Training and Post-exercise Nutrition in Type 2 Diabetes: A Randomized Control Trial. *Frontiers in Physiology*, 8(528).
- Gentil, P., Silva, L. R. B. E., Antunes, D. E., Carneiro, L. B., de Lira, C. A. B., Batista, G., de Oliveira, J. C. M., Cardoso, J. S., Souza, D. C., & Rebelo, A. C. S. (2023). The effects of three different low-volume aerobic training protocols on cardiometabolic parameters of type 2 diabetes patients: A randomized clinical trial. *Frontiers in endocrinology*, 14, 985404.
- Hansen, D., Dendale, P., Jonkers, R.A., Beelen, M., Manders, R.J., Corluy, L., Mullens, A., Berger, J., Meeusen, R., & Van Loon, L.J. (2009). 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*, 52(9), 1789-1797.
- Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., & Zierath, J. R. (2022). Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*, 54(2), 353–368.
- Koh, H-C. E., Ørtenblad, N., Winding, K.M. Hellsten, Y., Mortensen, S. P., Nielsen, J. (2018). High-intensity interval, but not endurance, training induces muscle fiber type-specific subsarcolemmal lipid droplet size reduction in type 2 diabetic patients. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 315, 872-884.
- Li, J., Cheng, W., & Ma, H. (2022). A Comparative Study of Health Efficacy Indicators in Subjects with T2DM Applying Power Cycling to 12 Weeks of Low-Volume High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training. *Journal of Diabetes Research*, 2022(9273830), 1-13.
- Liu, J.X., Zhu, L., Li, P.J., Li, N., & Xu, Y.B. (2019). Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, 31, 575-593.
- Madsen, S.M., Thorup, A.C., Overgaard, K., & Jeppesen, P.B. (2015). High Intensity Interval Training Improves Glycaemic Control and Pancreatic β Cell Function of Type 2 Diabetes Patients. *PLOS ONE*, 10(8), 1-24.
- Magalhães, J.P., Hetherington-Rauth, M., Júdice, P. B., Correia, I. R., Rosa, G. B., Heenrique-Neto, D., Melo, X., Silva, A. M., & Sardinha, L. B. (2021). Interindividual Variability in Fat Mass Response to a 1-Year Randomized Controlled Trial With Different Exercise Intensities in Type 2 Diabetes: Implications on Glycemic Control and Vascular Function. *Frontiers in Physiology*, 12(698971), 1-10.
- Mello, M.B., Righi, N.C., Schuch, F.B., Signori, L.U., & Silva, A.M.V. (2022). Effect of high-intensity interval training protocols on VO₂max and HbA1c level in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(5), 101586.
- Mendes, R., Sousa, N., Themudo-Barata, J.L., & Reis, V.M. (2019). 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*, 16(21), 4163.
- Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R., & Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*, 14 (579), 1-10.
- Ministério da Saúde. (2009). Diabetes. *Biblioteca Virtual em Saúde*. Recuperado de: <https://bvsm.sau.gov.br/diabetes/>.
- Ministério da Saúde. (2020a). *Relatório de recomendação: Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas*. Brasília. https://www.sbn.org.br/fileadmin/user_upload/Relatorio_PCDT_Diabetes_Melito_Tipo_2_CP_33_2020.pdf.
- Ministério da Saúde. (2020b). *Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas do diabetes melito tipo 2*. Recuperado de https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/protocolos/resumos/pcdt_resumido_diabete-melito_tipo2.pdf
- Ministério da Saúde. (2020c). *26/6 – Dia Nacional do Diabetes*. Recuperado de <https://bvsm.sau.gov.br/26-6-dia-nacional-do-diabetes-4/>.
- Padovani, C., Arruda, R.M.C., & Sampaio, L.M.M. (2022). Efeitos dos treinamentos combinado e intervalado de alta intensidade no controle glicêmico e na aptidão física em pacientes diabéticos do tipo 2: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 16(106), 634-644.
- Petersen, M. H., de Almeida, M. E., Wentorf, E. K., Jensen, K., Ørtenblad, N., & Højlund, K. (2022). High-intensity interval training combining rowing and cycling efficiently improves insulin sensitivity, body composition and VO₂max in men with obesity and type 2 diabetes. *Frontiers in endocrinology*, 13, 1032235.
- Santos, C. M. C., Pimenta, C. A. M., & Nobre, M. R. C. (2007). A Estratégia Pico para a Construção da Pergunta de Pesquisa e Busca de Evidências. *Rev Latino-am Enfermagem*, 15(3), 1-4.
- Shaban N., Kenno K.A., & Milne K.J. (2014). The effects of a 2 week modified high intensity interval training program on the homeostatic model of insulin resistance (HOMA-IR) in adults with type 2 diabetes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 54(2), 203–209.
- Shiwa, S. R., Costa, L. O. P., Moser, A. D. L., Aguiar, I. C., & Oliveira, L. V. O. (2011). PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter Mov.*, 24(3), 523-533.
- Silva, R. P., & Benedet, J. (2017). Treinamento Intervalado de Alta Intensidade e Emagrecimento. *UNIEDU*. <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/08/TCC-Robert-Passos-da-Silva-OK>.
- Silva, W. S. Jr, Fioretti, A. M. B., Vancea, D. M. M., Macedo, C. L. D. & Zagury, R. (2021). Atividade física e exercício no pré-diabetes e DM2. *Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes*. Recuperado de: <https://diretriz.diabetes.org.br/atividade-fisica-e-exercicio-no-pre-diabetes-e-dm2/#introducao>.
- Sudarsono, N. C., Tulaar, A. B. M., Jusman, S. W. A., Soewondo, P., Sudaryo, D. K., Siagian, M., & Karhiwikarta, W. (2019). The Effects of Combined High-Intensity Interval and Resistance Training on Glycemic Control and Oxidative Stress in T2DM. *Asian J Sports Med*, 10(3), 1-7.
- Whittemore, R., & Knaf, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553.