

<https://doi.org/10.6063/motricidade.38601>

## Artigo de Revisão

# **Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) vs. o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) em pacientes com diabetes tipo 1: uma revisão narrative**

*Effects of high-intensity interval training (HIIT) vs. moderate-intensity continuous training (MICT) in patients with type 1 diabetes*

**Título curto:** Efeitos do HIIT e do MICT na diabetes tipo 1

Luis Escalante Pastor (<https://orcid.org/0009-0000-1677-7584>)<sup>\*</sup>, Carlos Gómez García (<https://orcid.org/0009-0004-2735-2230>)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escola Universitária de Osuna, Universidade de Sevilha – Sevilha, Espanha.

### **\*Corresponding author:**

Avenida Costa de la Luz, 25 – 21002 – Huelva, Espanha

**E-mail:** [epluis2002@gmail.com](mailto:epluis2002@gmail.com)

### **DECLARATIONS**

#### **Conflicts of Interest:**

nothing to declare.

#### **Funding:**

nothing to declare.

### **CRedit authorship contribution statement:**

Luis Escalante Pastor: Conceptualisation, Methodology, Investigation, Visualisation, Writing – original draft.

Carlos Gómez García: Supervision, Validation, Writing – review & editing.

## **EDITORIAL INFORMATION**

Received: 3<sup>rd</sup> February 2026

Accepted: 28 June 2026

Edited by:

Helder Miguel Fernandes

Polytechnic Institute of Guarda, Portugal

RASCUNHO

## Resumo

Esta revisão busca comparar os efeitos do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) e do Treinamento Contínuo de Intensidade Moderada (MICT) em pacientes com diabetes tipo 1, focando nos níveis de glicose no sangue, no controle glicêmico e na qualidade de vida. Foi realizada uma busca bibliográfica narrativa nas bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science. A população estudada deveria ser composta por jovens ou adultos, e era necessário comparar a intervenção de um grupo experimental com um grupo controle. Foram extraídos dados das seguintes variáveis: glicose no sangue, hemoglobina glicada, duração e frequência do treinamento, e a intensidade das sessões. Os resultados mais relevantes mostraram um aumento da glicemia pós-exercício no treinamento HIIT, ao contrário do treinamento MICT. Além disso, ajudaram a melhorar o controle glicêmico, a aumentar a qualidade de vida e a adesão ao tratamento da doença. Ambos os tipos de treinamento oferecem oportunidades para melhorar o controle glicêmico e a qualidade de vida, mas são necessárias mais pesquisas para adaptar as estratégias às necessidades individuais e desenvolver diretrizes personalizadas.

*Palavras-chave:* Diabetes Mellitus tipo 1, Treinamento Intervalado de Alta Intensidade, Exercício Aeróbico, Controle Glicêmico, Qualidade de Vida.

## Abstract

This review aims to compare the effects of High-Intensity Interval Training (HIIT) and Moderate-Intensity Continuous Training (MICT) in patients with type 1 diabetes, focusing on blood glucose levels, glycemic control, and quality of life. A narrative literature search was conducted in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases. The studied population had to consist of young or adult subjects, and it was necessary to compare the intervention of an experimental group with a control group. Data were extracted on the following variables: blood glucose, glycated haemoglobin, training duration and frequency, and session intensity. The most relevant results showed an increase in post-exercise blood glucose in HIIT training, unlike in MICT training. Additionally, both types of training helped improve glycemic control, increase quality of life, and enhance adherence to disease treatment. Both types of training can improve glycemic control and quality of life, but more research is needed to tailor strategies to individual needs and develop personalised guidelines.

*Keywords:* Type 1 Diabetes Mellitus, High-Intensity Interval Training, Aerobic Exercise, Glycemic Control, Quality of Life.

## **Introdução**

A Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) é uma doença autoimune crónica caracterizada pela destruição das células beta ( $\beta$ ) do pâncreas pelo próprio sistema imunológico, o que resulta numa deficiência absoluta ou parcial de insulina e, consequentemente, numa hiperglicemia crónica (American Diabetes Association [ADA], 2025). Ao contrário da Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), na qual existe uma resistência periférica à insulina com produção relativa preservada, na DM1 o organismo é incapaz de produzir quantidades suficientes desta hormona, o que obriga ao uso de insulina exógena como terapia de substituição essencial (ADA, 2025). Apesar de partilharem sintomas semelhantes — como poliúria, polidipsia, fadiga e perda de peso involuntária — ambas as tipologias diferem substancialmente na sua fisiopatologia e abordagem terapêutica. Adicionalmente, um controlo glicémico deficiente pode dar origem a complicações microvasculares (retinopatia, nefropatia, neuropatia) e macrovasculares (doença cardiovascular, acidente vascular cerebral), sendo importante sublinhar que, embora a DM1 constitua um fator de risco para doenças cardiovasculares, estas possuem uma etiologia multifatorial e não se limitam à população diabética (International Diabetes Federation [IDF], 2021).

O exercício físico representa um pilar fundamental na gestão da DM1, podendo contribuir para a melhoria do controlo glicémico, da sensibilidade à insulina, da aptidão cardiorrespiratória e da qualidade de vida (Riddell et al., 2017). Contudo, os efeitos do exercício sobre a glicemia em pessoas com DM1 são complexos e dependem de múltiplos fatores, entre eles o tipo, a intensidade, a duração e o horário da prática, bem como o esquema de insulinoterapia vigente (Murillo, 2012). Esta imprevisibilidade leva a que muitos indivíduos com DM1 manifestem insegurança e evitem a prática regular de atividade física, o que compromete o seu bem-estar global (Riddell et al., 2017).

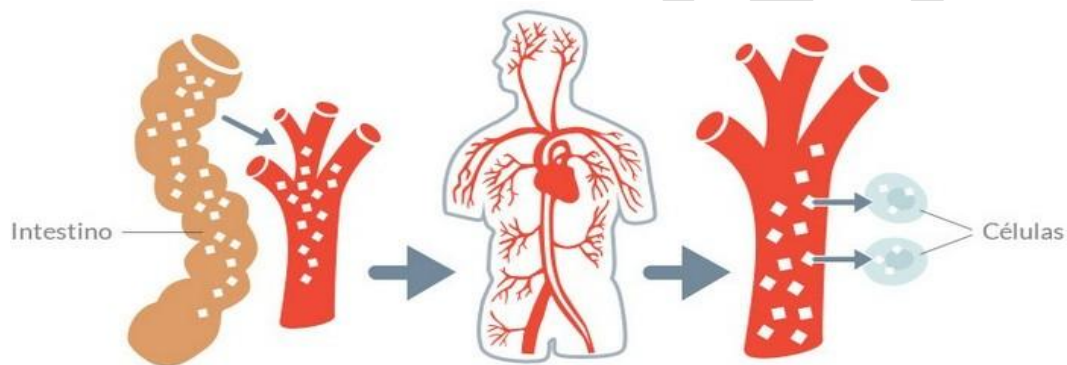
A finalidade desta revisão narrativa é explorar as relações existentes entre a DM1 e o exercício físico, e comparar os efeitos produzidos por dois métodos de treino: o Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) e o Treino Contínuo de Intensidade Moderada (MICT). O objetivo é identificar oportunidades na gestão da doença e investigar como o exercício físico pode melhorar a qualidade de vida das pessoas com DM1.

## **Diabetes Mellitus Tipo 1**

A Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1), também conhecida como diabetes

insulinodependente, é uma doença crónica que se caracteriza pela incapacidade do pâncreas para secretar insulina de forma suficiente, como consequência da destruição autoimune das suas células beta ( $\beta$ ). Esta deficiência de insulina provoca uma elevação das concentrações de glicose no sangue (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases [NIDDK], 2017).

A glicose é a principal fonte de energia para o corpo humano, e chega ao organismo através dos alimentos. Quando o organismo realiza a digestão, os alimentos ricos em hidratos de carbono transformam-se, mediante processos bioquímicos, em moléculas mais simples, como a glicose, que circula desde o intestino delgado até à corrente sanguínea e é transportada para todas as células do corpo, o cérebro e o fígado, onde se armazena sob a forma de glicogénio (Fundação para a Diabetes Novo Nordisk [FDNN], 2020) (Figura 1).



**Figura 1.** Circulação da glicose desde o intestino até às células. Nota. Fonte: Fundação para a Diabetes Novo Nordisk.



**Figura 2.** Ação da insulina nas células para a otimização da glicose como fonte de energia. Nota. Fonte: Fundação para a Diabetes Novo Nordisk.

Para que a glicose possa ser utilizada como fonte de energia pelas células, é necessária a presença da insulina (Figura 2). A insulina, conforme a descrição do NIDDK (2017) e da FDNN (2020), é uma hormona produzida pelas células beta ( $\beta$ ) do pâncreas, cuja função principal é facilitar a entrada da glicose que circula na corrente sanguínea nas células para ser utilizada como fonte de energia. Esta hormona tem um efeito hipoglicemiante, ou seja, provoca a diminuição dos níveis de glicose no sangue.

Por outro lado, o glucagon, outra hormona produzida pelas células alfa ( $\alpha$ ) do pâncreas, tem uma função antagônica à insulina, sendo hiperglicemiante, pois é responsável por produzir e aumentar os níveis de glicose no sangue. Ambas as hormonas trabalham em conjunto para regular e controlar os níveis de glicemia em pessoas saudáveis. Em contrapartida, em pessoas com DM1, o pâncreas não consegue secretar parcial ou totalmente a hormona insulina como consequência da destruição autoimune das suas células beta (FDNN, 2020).

Em pessoas com DM1, o sistema imunológico ataca e destrói as células beta pancreáticas que produzem insulina. Sem a dose adequada de insulina, a glicose não pode ser utilizada pelas células para obter energia, o que conduz a um aumento dos níveis de glicose no sangue (NIDDK, 2017).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), os sintomas da DM1 são graves e normalmente manifestam-se de forma rápida e repentina. Estes sintomas podem incluir:

- Aumento da sensação de sede (polidipsia).
- Necessidade de urinar com maior frequência (poliúria).
- Aumento do apetite (polifagia).
- Visão turva.
- Fadiga ou cansaço.
- Perda de peso involuntária.

De acordo com a 10.<sup>a</sup> edição do Atlas da IDF (2021), um mau controlo da DM1 pode acarretar complicações de saúde para estas pessoas: os níveis constantemente elevados de glicose no sangue podem conduzir a doenças graves que afetam o coração e os vasos sanguíneos, os olhos, os rins e os nervos. A manutenção de níveis normais de glicose no

sangue, pressão arterial e colesterol pode contribuir para atrasar ou prevenir estas complicações (IDF, 2021).

As definições fornecidas pela National Library of Medicine (2021), através do portal MedlinePlus, do National Institutes of Health (NIH), sobre as doenças que podem ser causadas pela diabetes são as seguintes:

- Retinopatia: lesão dos vasos sanguíneos da retina que pode causar perda de visão e/ou cegueira.
- Nefropatia: lesão dos vasos sanguíneos dos rins que pode causar disfunção ou insuficiência renal.
- Neuropatia: afetação do sistema nervoso que dificulta a transmissão de mensagens entre os nervos do corpo e o cérebro.
- Cardiopatia: conjunto de doenças do coração causadas por danos nos vasos sanguíneos e nervos do órgão cardíaco, que aumenta a probabilidade de desenvolver doença das artérias coronárias, insuficiência cardíaca ou miocardiopatia.
- Pé diabético: a neuropatia diabética e a diminuição do fluxo sanguíneo podem causar perda de sensibilidade nos pés.
- Doenças cerebrovasculares: a cardiopatia pode provocar um acidente vascular cerebral ou um AVC devido à falta de oxigénio no fluxo sanguíneo que chega ao cérebro.
- Gengivite: inflamação e vermelhidão das gengivas que pode causar a queda dos dentes.

Por último, é importante conhecer qual é o tratamento que as pessoas com DM1 devem seguir para evitar que as doenças e complicações mencionadas anteriormente apareçam ou se agravem, além de promover uma boa saúde e qualidade de vida. Este tratamento "requer um rigoroso equilíbrio entre a dieta, a atividade física e a administração de insulina exógena para manter a glicose no sangue dentro de intervalos normais" (Alarcón-Gómez et al., 2021).

## **Epidemiologia da Diabetes Mellitus Tipo 1**

Para avaliar a magnitude da DM1 como problema de saúde pública, é necessário

considerar indicadores epidemiológicos fundamentais como a prevalência, a incidência e os custos associados. A análise destes dados num determinado período e contexto populacional permite orientar recursos e avaliar a eficácia de campanhas preventivas, constituindo um elemento essencial na gestão e planeamento sanitário (Forga, 2015).

Historicamente, a DM1 era considerada predominantemente uma doença da infância e da adolescência. No entanto, dados mais recentes revelam que a sua incidência em adultos é igualmente significativa, embora ainda sub-representada na literatura científica (IDF, 2021).

De acordo com a 10.<sup>a</sup> edição do Atlas da IDF (2021), correspondente ao período de referência de 2021, mais de um milhão de crianças e adolescentes com menos de 20 anos sofrem de DM1 em todo o mundo, o que corresponde a uma prevalência de 0,46 por cada 1.000 habitantes. Em Espanha, a prevalência é de 1,9 por cada 1.000 habitantes, afetando mais de 17.000 jovens nessa faixa etária.

Quanto à incidência — definida como a proporção de pessoas previamente saudáveis que desenvolvem a doença numa população determinada durante um período de tempo, geralmente um ano (FDNN, 2020) — registam-se, a nível mundial, aproximadamente 149.500 novos casos anuais em menores de 20 anos, com 1.600 novos casos por ano em Espanha (IDF, 2021). Esta tendência corresponde a um crescimento médio anual de aproximadamente 3% na população mundial, o que sublinha a urgência de estratégias de prevenção e tratamento eficazes.

**Tabela 1.** *Estimativas de DM1 em crianças e adolescentes com menos de 20 anos.*

|                                                            | <b>Mundial</b> | <b>Espanha</b> |
|------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| População de crianças e adolescentes (0-19 e), em milhares | 2.607.712,0    | 8. 8.933,7     |
| Casos de DM1 (0-19 e), em milhares                         | 1.211.9        | 17.2           |
| Prevalência                                                | 0.46/1.000 hab | 1.9/1.000 hab  |
| Novos casos de DM1 (0-19 e), em milhares                   | 149.5          | 1.6            |

*Nota.* Fonte: International Diabetes Federation (2021).

No território nacional espanhol, os custos económicos da DM1 podem variar em função do tempo decorrido desde o início da doença e da presença ou não de alguma complicação. Segundo um estudo de Forga (2015), no primeiro ano após o diagnóstico, o custo médio por paciente ascende a 3.000 euros anuais. Nos anos seguintes, o custo por pessoa ao ano é de 1.300 euros se o paciente não apresentar nenhuma complicação crónica; contudo, em pacientes com alguma complicação crónica estabelecida, este valor eleva-se para 3.300 euros anuais em média.

O diagnóstico da DM1, além disso, acarreta custos pessoais e sociais significativos tanto para o paciente como para as pessoas do seu meio envolvente, difíceis de calcular e quantificar em dados numéricos. As características desta doença implicam um compromisso e uma participação ativa no tratamento por parte do paciente, o que representa uma mudança drástica na sua vida diária e a necessidade de uma nova abordagem face ao seu futuro. O grau deste impacto dependerá da idade no momento do diagnóstico, do apoio familiar e sanitário, e da capacidade do indivíduo para enfrentar a doença (FDNN, 2020).

## **Relação entre Diabetes e Exercício Físico**

A relação entre a DM1 e o exercício físico é de particular relevância clínica, dado que a prática regular de atividade física contribui para a melhoria do controlo glicémico, da aptidão cardiorrespiratória, da composição corporal e do bem-estar emocional, além de reduzir o risco de complicações cardiovasculares a longo prazo (Riddell et al., 2017). Contudo, na DM1, os efeitos agudos do exercício sobre a glicemia são heterogêneos e dependem de uma interação complexa entre o tipo de exercício, a insulino terapia em curso e o estado nutricional prévio.

Em termos de recomendações gerais, a OMS (2020) estabelece que as crianças e adolescentes até aos 17 anos devem acumular pelo menos 60 minutos diários de atividade física de intensidade moderada a vigorosa, incluindo 3 dias por semana de atividade aeróbica de intensidade vigorosa. Para adultos e idosos, recomendam-se entre 150 e 300 minutos semanais de atividade aeróbica de intensidade moderada, ou entre 75 e 150 minutos de intensidade vigorosa. Paralelamente, é fundamental limitar o comportamento sedentário, especialmente o tempo de lazer perante ecrãs em crianças e jovens. Importa salientar, numa perspetiva mais ampla, que a DM1 pode ser considerada uma doença hipocinética, dado que o sedentarismo agrava o descontrolo glicémico e aumenta o risco de complicações (Riddell et al., 2017).

Especificamente para a população com DM1, o American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda a prática de exercício aeróbico de intensidade moderada a vigorosa, com uma frequência de pelo menos 3 a 5 dias por semana, evitando mais de dois dias consecutivos sem atividade física (Colberg et al., 2016). Adicionalmente, recomenda-se a inclusão de exercício de força muscular 2 a 3 dias por semana, bem como a monitorização da glicemia antes, durante e após o exercício, com ajustes na insulino terapia e na ingestão de hidratos de

carbono em função da resposta glicêmica individual (Colberg et al., 2016). Estas orientações devem ser adaptadas ao contexto clínico de cada paciente, considerando os fatores descritos a seguir.

Uma das estratégias fundamentais, descritas por Serafín Murillo (2012), consiste em conhecer quais podem ser os efeitos de um determinado exercício físico e como afeta os níveis de glicemia da pessoa com DM1, para posteriormente realizar diferentes modificações no tratamento da doença, tanto na alimentação como nas doses de insulina. Para tal, devem ter-se em conta os seguintes fatores:

### ***Tipo de Exercício Físico***

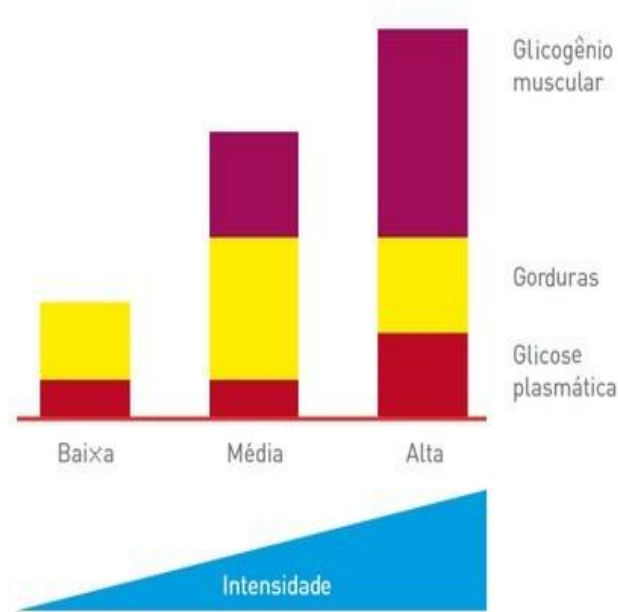
O exercício físico classifica-se principalmente em dois grandes grupos, dependendo de como se produz o consumo de glicose durante a atividade física:

- Exercícios de resistência cardiovascular: este tipo de exercícios caracteriza-se por ter um maior consumo de glicose e, portanto, têm um efeito mais hipoglicemiante.
- Exercícios de força muscular: o consumo de glicose neste tipo de exercícios é menor. Ainda que se trabalhe a intensidades moderadas ou altas, pode produzir-se um aumento da glicemia após o exercício.

É importante salientar que, em determinados casos, a realização de um exercício físico ou desporto concreto pode implicar características de ambos os grupos. Por isso, o relevante, para estabelecer as medidas apropriadas, é analisar e detetar que tipo de exercício predomina sobre o outro. Importa sublinhar, igualmente, que tanto o HIIT como o MICT constituem modalidades de exercício predominantemente aeróbico, diferenciando-se principalmente na intensidade e na estrutura das sessões. A distinção entre ambos não reside, portanto, na via metabólica predominante, mas sim nos padrões de trabalho e recuperação que os caracterizam (Buchheit & Laursen, 2013).

### ***Intensidade***

A intensidade com que se realiza o exercício físico é o fator mais influente nas variações de glicose durante o tempo em que ocorre o exercício. À medida que a intensidade da atividade aumenta, também cresce o consumo de glicose plasmática e de glicogénio muscular (reservas de glicose nas células musculares). (Figura 3).



**Figura 3.** Gasto das vias energéticas em função da intensidade. Nota. Adaptado de Diabetes tipo 1 e esporte. Para crianças, adolescentes e jovens adultos (p. 9), por S. Murillo, 2012, EdikaMed, S.L.

Por outro lado, os exercícios de muito alta intensidade, mas de curta duração, caracterizam-se pela produção hepática de glicose pelas hormonas contrarreguladoras; na maioria dos casos, este aumento dos níveis de glicose é superior ao consumo de glicose no sangue e nos músculos. Em resumo, é necessário identificar e determinar a intensidade com que será realizado o exercício físico para saber se pode causar um efeito hipoglicémico ou hiperglicémico.

### **Duração**

À medida que aumenta a duração do exercício físico, o consumo total de glicose também aumenta e as reservas de glicogénio muscular e hepático esgotam-se após aproximadamente 60 minutos de atividade. Por isso, os exercícios físicos com uma duração superior a 60-90 minutos são mais propensos ao aparecimento de hipoglicemias.

### **Frequência**

A presença de efeitos hipoglicemiantes do exercício físico pode manter-se até 12-24 horas após a sua finalização, o que pode resultar numa redução dos níveis de glicogénio. Estas reservas são as responsáveis por contrariar os níveis baixos de glicose no sangue e não podem ser recuperadas rapidamente.

Por conseguinte, a realização frequente de atividade física pode causar a diminuição

progressiva do glicogénio hepático e o aumento de novas hipoglicemias. Para contrariar isto, é necessário diminuir as doses de insulina (tanto a rápida como a retardada) progressivamente, à medida que a realização do exercício aumenta em dias consecutivos.

### ***Condição Física***

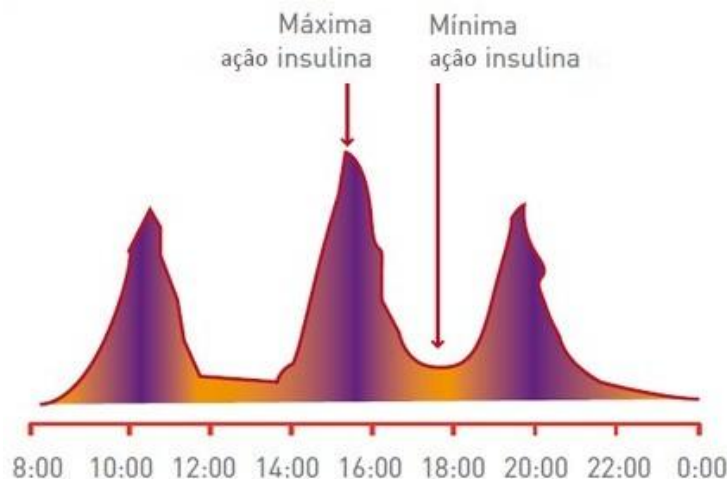
À medida que a condição física da pessoa com DM1 melhora, o organismo adapta-se mais facilmente a um mesmo exercício físico, aumentando o consumo de gorduras e reduzindo o de glicose. Por conseguinte, com o tempo, tanto o suplemento de hidratos de carbono como a dose de insulina para um determinado exercício físico devem ser reduzidos progressivamente.

### ***Horário***

Por último, é importante conhecer que tipo de insulina está a atuar no momento da realização da atividade física, de modo a prever qual será o efeito do exercício sobre a glicemia.

Por um lado, as insulinas de ação rápida apresentam um pico de efeito mais notável durante aproximadamente as duas horas seguintes à sua administração, o que aumenta o risco de hipoglicemias. Por outro lado, as insulinas de ação retardada não apresentam este efeito tão acentuado. Assim, se o exercício for realizado durante o período de maior atividade da insulina rápida, é mais provável que ocorra uma redução maior da glicemia em comparação com o exercício realizado durante o período de menor ação da insulina rápida (Figura 4). Consequentemente, o tratamento a seguir dependerá de a atividade física ser realizada durante:

- As horas de máxima ação: a pessoa deve reduzir a dose de insulina rápida anterior e/ou aumentar o consumo de hidratos de carbono.
- As horas de mínima ação: a pessoa deve apenas aumentar o consumo de hidratos de carbono.



**Figura 4.** Ação da insulina rápida. Nota. Adaptado de Diabetes tipo 1 e esporte. Para crianças, adolescentes e jovens adultos (p. 9), por S. Murillo, 2012, EdikaMed, S.L.

### Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT)

O Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) popularizou-se no início da década de 1950, quando o atleta olímpico de corridas de longa distância Emil Zátopek conquistou a medalha de ouro nos Jogos Olímpicos de Helsínquia de 1952 graças à aplicação desta metodologia de treino (Billat, 2001).

Este método de treino utiliza episódios repetidos de exercício de intensidade relativamente alta, alternados com períodos de recuperação ou descanso (Ross et al., 2016). Segundo Buchheit e Laursen (2013), os períodos de trabalho caracterizam-se por ter uma duração que pode variar entre 4 segundos e 4 minutos de exercício físico, com uma intensidade superior a 85-90% da Frequência Cardíaca Máxima (FC<sub>máx</sub>). Os períodos de recuperação têm também diferentes durações e intensidades, variando de 10 segundos a 4 minutos de descanso, seja de forma passiva ou ativa a uma intensidade muito moderada. No total, uma sessão de treino HIIT oscila entre 10 e 30 minutos, dependendo das durações programadas de cada período e do número total de séries.

De acordo com a investigação de Véronique Billat em 2001, citada em Cofré-Bolados et al. (2016), a primeira menção num artigo científico referente a este método de treino remonta ao ano de 1959, no estudo *Contribución a los fundamentos fisiológicos del entrenamiento interválico con especial consideración de la circulación*, publicado por Herbert Reindell e Helmut Roskamm. A segunda foi em 1962, em *El entrenamiento por intervalos: fundamentos fisiológicos, aplicaciones prácticas y posibilidades de lesiones*, da autoria de Reindell, Roskamm e Woldemar Gerschler.

Reindell e Roskamm descreveram a capacidade do HIIT para melhorar tanto a aptidão anaeróbica como a aeróbica a níveis mais elevados, quando o HIIT alterna períodos de exercício de alta intensidade, superiores a 75% do consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), com períodos de recuperação de baixa a moderada intensidade realizados a 40-50% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (Ross et al., 2016).

De acordo com Ross et al. (2016), nos últimos anos, o HIIT tem sido utilizado como tratamento médico para pacientes com doenças crónicas, graças à sua adaptabilidade e versatilidade em diversos contextos de atividade física, tornando-se numa ferramenta significativa para a melhoria da saúde destes pacientes.

O treino HIIT contribui para uma grande quantidade de benefícios relacionados com a saúde em toda a população, além de ser um método seguro, pois não está associado à presença de lesões e problemas cardiovasculares graves (Martland et al., 2020):

- Melhora a aptidão cardiorrespiratória.
- Aumenta a massa e a função muscular.
- Melhora a composição corporal.
- Melhora o controlo glicémico.
- Melhora a função vascular e cardíaca.
- Melhora os parâmetros de ansiedade e depressão.

Além de todos estes benefícios, Viana et al. (2019) constata a popularidade desta metodologia de treino por provocar uma redução muito significativa do tecido adiposo, diminuindo assim a gordura corporal e favorecendo a manifestação dos demais benefícios.

A intensidade do exercício, tanto para o intervalo de trabalho de alta intensidade como para o intervalo de recuperação de baixa intensidade, é medida através de qualquer um dos seguintes métodos (Ross et al., 2016):

- Percentagem da frequência cardíaca máxima (%  $FC_{m\acute{a}x}$ ).
- Percentagem da reserva de frequência cardíaca (%  $FCR$ ).
- Percentagem do consumo máximo de oxigénio (%  $VO_{2m\acute{a}x}$ ).
- Percentagem da reserva de consumo de oxigénio (%  $VO_{2R}$ ).

- Escala de esforço percebido (RPE).
- Equivalência metabólica ou ritmo de competição.

Estes parâmetros são utilizados para elaborar a relação entre os intervalos de trabalho e os intervalos de descanso (relação trabalho-recuperação). A relação mais comum compreende 1 minuto de trabalho de alta intensidade e, em seguida, 1 minuto de recuperação de baixa intensidade (relação 1:1) (Ross et al., 2016).

Atualmente, observa-se uma maior popularidade e aplicação de quatro tipos de protocolos HIIT em comparação com outras alternativas (Buchheit & Laursen, 2013):

- HIIT de longa duração.
- HIIT de curta duração.
- Treino Repetido de Sprint (RST).
- Treino Intervalado de Sprint (SIT).

Na Tabela 2 dispõem-se as características e propriedades gerais de cada protocolo, bem como as durações de cada período e a intensidade com que deve ser realizado para maximizar os benefícios que este treino proporciona.

**Tabela 2.** Métodos de treinamento intervalado de alta intensidade.

| TIPOS DE HIIT | TEMPO DE TRABALHO   | INTENSIDADE                         | DESCANSO |         | DURAÇÃO TOTAL |
|---------------|---------------------|-------------------------------------|----------|---------|---------------|
|               |                     |                                     | PASSIVO  | ATIVO   |               |
| HIIT curto    | 10-45 seg           | 100-120% VO <sub>2</sub> máx        | <30 seg  | >30 seg | 7-10 min      |
| HIIT longo    | 1-3 min             | 90-110% VO <sub>2</sub> máx         | <3 min   | >3 min  | 7-10 min      |
| RST           | 4-7 seg             | Máximo VO <sub>2</sub> máx possível | >20 seg  |         | 15-45 min     |
| SIT           | 3-10 seg<br>15-40 m | Velocidade máxima                   | >20 seg  |         | 15-45 min     |

*Nota.* Adaptado de Buchheit e Laursen (2013).

## Treino Contínuo de Intensidade Moderada (MICT)

Antes de especificar as características próprias do Treino Contínuo de Intensidade Moderada (MICT) — também conhecido como treino de resistência cardiovascular aeróbica —, convém estabelecer uma base conceitual que permita distinguir entre os termos resistência, resistência cardiovascular e resistência cardiovascular aeróbica.

## ***Resistência***

A resistência cardiovascular, ou cardiorrespiratória, define-se como a capacidade de realizar exercícios de diferentes intensidades que implicam a participação de grandes grupos musculares durante períodos prolongados. Esta capacidade baseia-se na capacidade funcional dos aparelhos circulatório e respiratório para se ajustarem e recuperarem dos efeitos do exercício físico (Rodríguez, 1995). Larson & Michelman (1973) definem-na como "a capacidade de adiar o aparecimento da fadiga numa atividade física persistente desenvolvida através de movimentos gerais de todo o corpo" (1973).

Esta resistência pode manifestar-se de duas formas distintas, tendo em conta a base energética predominante exigida pela atividade física:

- Resistência cardiovascular aeróbica: explicada a seguir.
- Resistência cardiovascular anaeróbica: capacidade do organismo de manter um esforço físico intenso durante um período de tempo limitado, predominantemente através da produção de energia sem presença de oxigénio (Garber et al., 2011).

## ***Resistência Cardiovascular Aeróbica***

A resistência cardiovascular aeróbica define-se como a capacidade do corpo para realizar atividade física de longa duração, mantendo um ritmo contínuo e moderado, com uma utilização eficiente do oxigénio. Os grandes grupos musculares envolvidos durante o período prolongado de atividade física não geram uma dívida de oxigénio que deva ser recuperada após o esforço. Está essencialmente relacionada com a melhoria da resistência geral e da saúde do sistema circulatório (Garber et al., 2011).

Dentro da resistência cardiovascular aeróbica, Navarro & Valdivielso (1998) descreve três qualidades que representam diferentes aspetos de como o corpo utiliza o oxigénio durante o exercício físico:

Eficácia aeróbica: capacidade de utilizar eficientemente o oxigénio disponível durante o exercício físico, alcançando uma relação ótima entre o trabalho realizado e a energia necessária.

Capacidade aeróbica: quantidade total de energia disponível num sistema energético e a sua relação com a duração durante a qual um esforço físico pode ser mantido a um nível máximo de consumo de oxigénio, comumente expressa como percentagem do  $VO_{2máx}$ .

Potência aeróbica: capacidade do sistema cardiorrespiratório para gerar a máxima energia aeróbica por unidade de tempo.

### ***Métodos de Treinamento Aeróbico***

Dentro de todas as metodologias e protocolos de treino sobre o trabalho de resistência cardiovascular aeróbica existentes, neste ponto centrar-nos-emos em determinar as características dos Métodos Contínuos (MC), cuja principal característica é a ausência de interrupções ou intervalos de descanso, ou seja, os estímulos possuem um esforço e uma intensidade constantes. O MC pode dividir-se em função de como se define e aplica a intensidade (Navarro & Valdivielso, 1998):

Método Contínuo Extensivo (MCE): caracteriza-se por estabelecer uma zona de intensidade baixa e um volume de trabalho alto, dentro da qual a pessoa realiza todo o trabalho de forma ininterrupta.

Método Contínuo Intensivo (MCI): caracteriza-se por estabelecer uma zona de intensidade alta e um volume de trabalho baixo, dentro da qual a pessoa realiza todo o trabalho de forma ininterrupta.

Método Contínuo Variável 1 (MCV I): caracteriza-se por mudanças de intensidade durante a aplicação contínua do estímulo, nas quais os estímulos mais intensos costumam superar os cinco minutos e os menos intensos serão inferiores a três minutos.

Método Contínuo Variável 2 (MCV II): caracteriza-se por mudanças de intensidade durante a aplicação contínua do estímulo, nas quais os estímulos mais intensos se desenvolvem entre três e cinco minutos e os menos intensos são superiores a três minutos.

**Tabela 3.** *Métodos de entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria aeróbica.*

| MC     | Tempo total              | N.º repetições | Intensidade                                                                                                           |
|--------|--------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MCE    | 30 min -<br>várias horas | 1 rep          | 46-58% VO2máx / 57-74% FCmáx                                                                                          |
| MCI    | 30 min – 1,5<br>horas    | 1 rep          | 48-88% VO2máx / 67-87% FCmáx                                                                                          |
| MCV I  | 30 min – 1<br>hora       | 1 rep          | Trechos intensos: >5 min / 48-88% VO2máx / 67-87% FCmáx.<br>Trechos moderados: <3 min / 46-58% VO2máx / 57-74% FCmáx  |
| MCV II | 20 min – 40<br>min       | 1 rep          | Trechos intensos: 3-5 min / 48-88% VO2máx / 67-87% FCmáx.<br>Trechos moderados: >3 min / 46-58% VO2máx / 57-74% FCmáx |

*Nota.* Fonte: Adaptado de García Pallarés (2015).

## Objetivos

Com base na literatura revista, a presente revisão narrativa tem como objetivo geral:

Comparar os efeitos do Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) e do Treino Contínuo de Intensidade Moderada (MICT) em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1).

Especificamente, pretende-se:

- Comparar os níveis de glicose no sangue em pessoas com DM1 que realizam um treino HIIT e aquelas que realizam um treino MICT.
- Avaliar e comparar as relações existentes entre o treino HIIT e o treino MICT com o controlo glicémico em indivíduos com DM1.
- Comparar o impacto do treino HIIT e do treino MICT na qualidade de vida dos pacientes com DM1.

## Método

### Estratégia de Busca

Nesta revisão narrativa, foi realizada uma pesquisa da literatura com a finalidade de reunir e sintetizar a evidência científica disponível sobre os efeitos do treino HIIT e do treino MICT em pacientes com DM1. O processo de seleção de artigos foi realizado por via eletrónica, em diferentes bases de dados de documentação científica, nomeadamente PubMed, Scopus e Web of Science (WoS).

A pesquisa e a seleção dos artigos foram conduzidas de forma independente por dois dos autores (L-E.P. e C-G.G.). Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, os resultados obtidos por ambos os investigadores foram comparados e discutidos em conjunto, tendo eventuais divergências sido resolvidas por consenso.

A análise de estudos e revisões nessas bases de dados foi efetuada durante o mês de dezembro de 2023 e janeiro de 2024, sendo a última data de busca em 27 de janeiro de 2024.

Para determinar as palavras-chave da revisão, foram utilizados os descritores próprios dos Medical Subject Headings (MeSH): “Diabetes Mellitus, Tipo 1”, “Treino Intervalado de Alta Intensidade”, “Treino Contínuo de Intensidade Moderada”, “Treino Físico”, “Exercício

Físico”, “Exercício Aeróbico”, “Glicose no Sangue”, “Hemoglobina Glicada”, “Controlo Glicémico” e “Qualidade de Vida”.

Através de diferentes combinações entre estas palavras-chave e o uso de operadores booleanos, foi estabelecida a seguinte equação de pesquisa: (“diabetes mellitus, tipo 1”) AND (“treino intervalado de alta intensidade” OR “treino contínuo de intensidade moderada” OR “treino físico” OR “exercício físico”) AND (“glicose no sangue” OR “hemoglobina glicada” OR “controlo glicémico” OR “qualidade de vida”). Esta equação foi adaptada à sintaxe específica de cada base de dados.

Importa clarificar que, tratando-se de uma revisão de tipo narrativo, o processo de pesquisa e seleção da literatura não seguiu de forma exaustiva as diretrizes PRISMA, próprias das revisões sistemáticas. Optou-se, em alternativa, por seguir um conjunto de boas práticas de transparência metodológica compatíveis com revisões narrativas, nomeadamente as recomendações da escala SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles; Baethge et al., 2019), que valoriza a explicitação da estratégia de pesquisa, dos critérios de seleção e da forma como a informação foi sintetizada, sem exigir o registo prévio de um protocolo.

## **CrITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO**

Os critérios estabelecidos, tanto de inclusão quanto de exclusão, foram desenhados para especificar e determinar os requisitos e características-chave necessárias para alcançar os objetivos da revisão.

Por um lado, os critérios de inclusão foram os seguintes:

- Os artigos deveriam ser ensaios clínicos ou revisões, de acordo com sua tipologia.
- Os artigos deveriam ter sido divulgados nos últimos 10 anos, ou seja, de 2014 a 2024.
- Os artigos deveriam estar redigidos em inglês ou espanhol.
- A população dos estudos deveria incluir jovens ou adultos.
- A intervenção dos estudos deveria ser um treinamento HIIT ou aeróbico.
- Os artigos deveriam ser estudos que comparassem a intervenção de um grupo experimental com um grupo controle.
- O resultado dos estudos deveria estar relacionado com os níveis de glicose no sangue,

controle glicêmico ou qualidade de vida.

Por outro lado, os critérios de exclusão foram:

- Os artigos cuja tipologia não se classificava como ensaio clínico nem revisão.
- Os artigos publicados há mais de 10 anos.
- A população dos estudos não era composta por jovens nem adultos.
- A intervenção dos estudos não era um treinamento HIIT nem aeróbico.
- Os artigos não comparavam a intervenção de um grupo experimental com um grupo controle.
- O resultado dos estudos não estava relacionado com os níveis de glicose no sangue, controle glicêmico ou qualidade de vida.
- Os artigos onde não se teve acesso completo ao estudo.

## **Avaliação da Qualidade Metodológica**

A qualidade metodológica dos estudos foi tida em consideração de forma qualitativa ao longo da síntese e discussão dos resultados, atendendo nomeadamente à existência de um grupo de controlo, à dimensão da amostra e à clareza da descrição da intervenção, aspetos já contemplados nos critérios de inclusão anteriormente descritos.

## **Registo de Dados**

Considerando todos os critérios de inclusão e de exclusão, bem como a estratégia de busca empregada para a identificação dos artigos, foi examinado cada um deles para verificar sua pertinência para esta revisão.

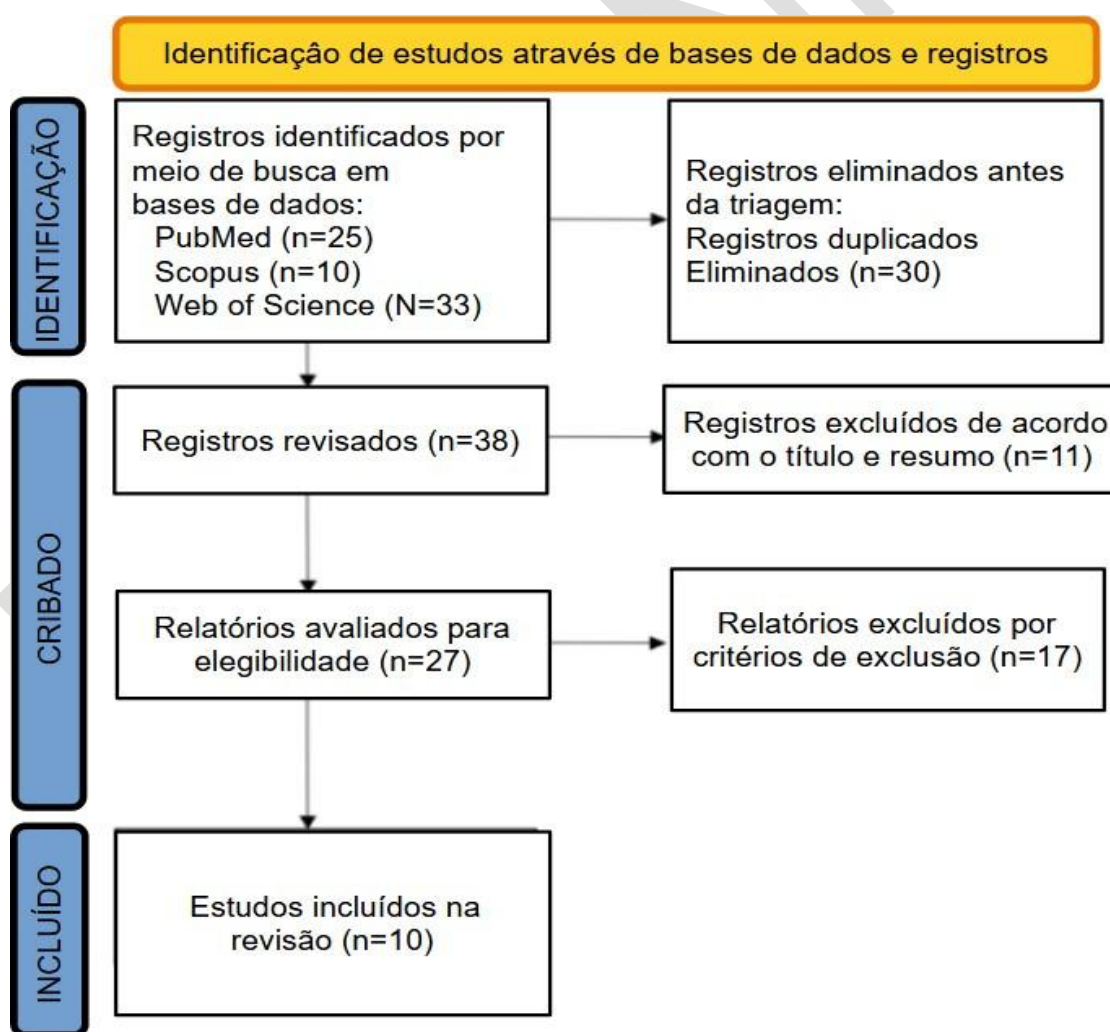
Primeiramente, foram revisados os resultados de acordo com o título e o resumo do artigo para determinar se atendiam aos critérios estabelecidos. Posteriormente, foi examinado o texto completo, sempre que estivesse disponível, para assegurar o cumprimento do restante dos critérios.

Uma vez realizado esse processo, foi realizada uma extração de dados de todos os estudos selecionados para a revisão, coletando variáveis relacionadas aos resultados dos

níveis de glicose no sangue antes e depois de cada intervenção, bem como os níveis de HbA1c durante o período de acompanhamento dos diferentes tipos de treinamentos aplicados a cada estudo.

A extração de dados foi realizada de forma independente pelos dois autores responsáveis pela revisão, com recurso a uma tabela de extração comum, previamente definida, que incluía as variáveis de interesse. Os dados extraídos por ambos foram posteriormente comparados, tendo eventuais discrepâncias sido resolvidas por discussão e consenso.

Além disso, foram registrados os dados vinculados à duração total do estudo e dos treinamentos, o número de sessões por semana e a intensidade específica de cada uma das sessões, seja em um treinamento HIIT ou em treinamento aeróbico.



**Figura 5.** Fluxograma que mostra os resultados do processo de seleção.

**Tabela 4.** Representatividade da amostra dos estudos incluídos na revisão

| Autor (ano)                 | País        | N (G.Exp / G.Con)                                      | Idade (anos)                        | Sexo (M/F)                     | Duração da DM1 (anos)                           | HbA1c basal                                                                  | Desenho do estudo                                              |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Alarcón-Gómez et al. (2021) | Espanha     | 19 (11 HIIT / 8 controlo)                              | HIIT: 38±5,5<br>Controlo: 35±8,2    | HIIT: 6M/5F<br>Controlo: 4M/4F | HIIT: 20,58±8,4<br>Controlo: 21,16±6,5          | HIIT: 58,1±15,3 mmol/mol (~7,5%)<br>Controlo: 59,1±10,1 mmol/mol (~7,6%)     | ECA paralelo                                                   |
| Aronson et al. (2019)       | Canadá      | 17 (desenho cruzado, sem grupo controlo separado)      | 34,9±10,1                           | Não reportado                  | Não reportado (BMI 25,5±2,5 kg/m <sup>2</sup> ) | 7,2±0,9%                                                                     | Cruzado (crossover)                                            |
| Farrell et al. (2024)       | Reino Unido | 18 completaram o estudo (9 RT-CGM / 9 RT-CGM+HIIT)     | Intervalo 20-54 (todos caucasianos) | 9M/9F                          | Mediana 27 (18,75-32)                           | 56±2 mmol/mol (7,3±0,2%)                                                     | ECA paralelo                                                   |
| Lee et al. (2020a)          | Austrália   | 30 randomizados (24 analisados: 12 HIIT / 12 controlo) | 44±10                               | Não reportado                  | 19±11 (BMI 30,1±3,1 kg/m <sup>2</sup> )         | 8,63±0,66%                                                                   | ECA com crossover parcial                                      |
| Lee et al. (2020b)          | Austrália   | 12 (desenho cruzado: HIIT vs. MICT vs. controlo)       | 40,4±9,9                            | 9F/3M                          | 16,5±9,8                                        | 8,0±0,8%                                                                     | Cruzado (crossover)                                            |
| Potashner et al. (2019)     | Canadá      | 17 (mesma coorte do estudo FIT; desenho cruzado)       | 34,9±10,1                           | Não reportado                  | Não reportado (BMI 25,5±2,5 kg/m <sup>2</sup> ) | 7,2±0,9%                                                                     | Cruzado (crossover)                                            |
| Riddell et al. (2019)       | Canadá      | 16 (desenho cruzado, 4 sessões de HIIT)                | 34,7±10,3                           | 12M/4F (75% homens)            | 17,3±11,3                                       | 54±9 mmol/mol (7,1±0,8%)                                                     | Cruzado (crossover)                                            |
| Scott et al. (2019a)        | Reino Unido | 14 (HIIT vs. MICT vs. controlo, cruzado)               | 26±3                                | 6M/8F                          | 8,2±1,4                                         | Não reportado no texto disponível (critério de exclusão: HbA1c >86 mmol/mol) | Cruzado (crossover)                                            |
| Scott et al. (2019b)        | Reino Unido | 14 (7 HIIT / 7 MICT)                                   | HIIT: 29±3<br>MICT: 29±5            | HIIT: 5M/2F<br>MICT: 5M/2F     | HIIT: 13±3<br>MICT: 9±2                         | Não reportado no texto disponível                                            | ECA paralelo (pareados por sexo, idade e VO <sub>2</sub> pico) |
| Yardley (2020)              | Canadá      | 12 (HIIT-AME vs. HIIT-PME, cruzado)                    | 34±9                                | 6M/6F                          | 19±12,7                                         | 7,3±0,6%                                                                     | Cruzado (crossover)                                            |

Tabela 5. Key outcomes dos estudos incluídos na revisão.

| Autor (ano)                 | Δ Glicose no sangue                                                                                                                                                                                                                         | Δ HbA1c                                                                                                                                | Eventos de hipoglicemia                                                                                                        | Qualidade de vida                                                                                                                                                                                                         | Outros achados relevantes                                                                                             |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alarcón-Gómez et al. (2021) | Não avaliado neste estudo                                                                                                                                                                                                                   | Não avaliado                                                                                                                           | Não reportado                                                                                                                  | QVRS:<br>funcionamento físico +1,9%; limitações físicas no papel +80,3%; saúde geral +16,6%;<br>funcionamento social +34,1%. Qualidade do sono +21,4%.<br>Motivação para o exercício +13%.<br>Prazer com o exercício +7%. | Programa HIIT progressivo (12→20 repetições ao longo de 6 semanas), bem tolerado, sem eventos adversos graves.        |
| Aronson et al. (2019)       | BG pré-exercício ≈8,8 mmol/L; pico de 12,0 mmol/L aos 15 min (variação média +3,8 mmol/L aos 40 min);<br>redução às 3h pós-correção: -2,3 mmol/L (ICF 50%), -4,7 mmol/L (ICF 100%), -5,3 mmol/L (ICF 150%);<br>ICF 0% aumentou +1,0 mmol/L. | Não avaliado                                                                                                                           | Menor incidência e maior tempo em faixa alvo com ICF de 100-150%.                                                              | Não avaliado                                                                                                                                                                                                              | O fator de correção de insulina de 100-150% mostrou-se o mais eficaz para controlar a hiperglicemia pós-HIIT.         |
| Farrell et al. (2024)       | Sem diferenças significativas entre RT-CGM e RT-CGM+HIIT.                                                                                                                                                                                   | Não avaliado                                                                                                                           | Sem impacto significativo na frequência/gravidade dos episódios; sugere melhoria da resposta contrarreguladora à hipoglicemia. | Melhoria geral referida pelos autores, não quantificada.                                                                                                                                                                  | Aumento dos níveis plasmáticos de hormonas contrarreguladoras (adrenalina, noradrenalina) e glucagon com RT-CGM+HIIT. |
| Lee et al. (2020a)          | Não é o desfecho principal do estudo.                                                                                                                                                                                                       | HIIT: -0,53±0,61% (intra-grupo p=0,01);<br>vs. controlo (-0,14±0,48%) não significativo na amostra total (p=0,08);<br>significativo no | Redução do número de eventos de hipoglicemia.                                                                                  | Não avaliado                                                                                                                                                                                                              | Melhoria da adesão ao exercício e ao tratamento da doença.                                                            |

|                         |                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                             |              |                                                                                                                                         |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                                                                                                                                  |              | subgrupo com $\geq 50\%$ adesão: $-0,64 \pm 0,64\%$ vs. $-0,14 \pm 0,48\%$ ( $p=0,04$ ).                    |              |                                                                                                                                         |
| Lee et al. (2020b)      | Diminuição aguda da glicemia durante o HIIT e o MICT, sem diferença significativa na variabilidade entre as duas modalidades.                                                                    | Não avaliado | A redução da dose basal de insulina (RDIB 10-30%) não aumentou o risco de hipoglicemia noturna.             | Não avaliado | A redução da insulina basal revelou-se uma estratégia segura após ambos os tipos de treino.                                             |
| Potashner et al. (2019) | Aumento da glicemia durante as sessões de HIIT.                                                                                                                                                  | Não avaliado | Aumento paradoxal dos sintomas percecionados de hipoglicemia, apesar do aumento simultâneo da glicemia.     | Não avaliado | Risco de perceção errónea dos sintomas, podendo induzir uma ingestão excessiva de hidratos de carbono.                                  |
| Riddell et al. (2019)   | BG pré-exercício $\approx 8,8$ mmol/L; picos entre 11,6 e 13,0 mmol/L, 15 min após as quatro sessões de HIIT.                                                                                    | Não avaliado | Hiperglicemia pós-HIIT em 80% das sessões.                                                                  | Não avaliado | Resposta glicémica ao HIIT reprodutível entre sessões no mesmo indivíduo.                                                               |
| Scott et al. (2019a)    | Sem alterações prejudiciais no perfil glicémico de 24h, tanto com HIIT como com MICT em jejum.                                                                                                   | Não avaliado | Sem diferenças significativas entre HIIT, MICT e controlo no tempo em hipoglicemia (24h e período noturno). | Não avaliado | O exercício em jejum (HIIT ou MICT) não aumenta o risco de hipoglicemia nem de hiperglicemia.                                           |
| Scott et al. (2019b)    | MICT: $-5,5$ mmol/L em estado pós-prandial ao longo de 6 semanas de intervenção.                                                                                                                 | Não avaliado | Sem diferenças significativas entre HIIT e MICT no tempo em hipoglicemia (24h e período noturno).           | Não avaliado | O VO <sub>2</sub> pico melhorou em ambos os grupos; o HIIT associou-se a níveis de glicose mais elevados e o MICT a níveis mais baixos. |
| Yardley (2020)          | HIIT-AME (manhã, jejum): $7,6 \rightarrow 9,2$ mmol/L pós-exercício, $9,9$ mmol/L após recuperação. HIIT-PME (tarde): $9,9 \rightarrow 9,5$ mmol/L pós-exercício, $8,9$ mmol/L após recuperação. | Não avaliado | HIIT-PME associado a mais eventos de hipoglicemia do que HIIT-AME.                                          | Não avaliado | O momento do dia em que se realiza o HIIT influencia significativamente a resposta glicémica.                                           |

As Tabelas 4 e 5, apresentadas anteriormente, sintetizam, respetivamente, a representatividade das amostras e os key outcomes dos dez estudos incluídos nesta revisão narrativa. Importa começar por sublinhar que a totalidade dos estudos foi conduzida em populações com Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1), confirmada em cada caso pelos valores basais de HbA1c reportados (entre 7,2% e 8,63%, equivalentes, segundo o sistema internacional de unidades, a valores entre 54 e 66 mmol/mol), o que garante a homogeneidade diagnóstica da amostra global desta revisão. Quanto ao desenho metodológico (Tabela 4), predominam os ensaios cruzados (crossover; Aronson et al., 2019; Lee et al., 2020b; Potashner et al., 2019; Riddell et al., 2019; Scott et al., 2019a; Yardley, 2020), seguidos de ensaios controlados aleatorizados em paralelo (Alarcón-Gómez et al., 2021; Farrell et al., 2024; Scott et al., 2019b) e de um desenho com crossover parcial (Lee et al., 2020a). As amostras são reduzidas, variando entre 12 e 30 participantes, maioritariamente compostas por adultos jovens e de meia-idade (26 a 44 anos), com uma distribuição de sexo relativamente equilibrada nos estudos que a reportam. Esta heterogeneidade de desenhos e a limitada dimensão amostral devem ser tidas em conta na interpretação dos resultados que se seguem, os quais se encontram organizados de acordo com os três objetivos específicos desta revisão: (i) os níveis de glicose no sangue (BG), (ii) o controlo glicémico, e (iii) a qualidade de vida.

Em primeiro lugar, compararemos os resultados dos estudos para saber como realizar um treinamento HIIT e o treinamento MICT afetam os níveis de glicose no sangue (BG) em pessoas com DM1.

Na maioria dos estudos que abordam o treinamento HIIT em sua intervenção, destaca-se um notável aumento da glicemia durante e após as sessões de HIIT, e em grande parte dos casos, pode-se chegar a uma hiperglicemia pós-exercício, com níveis superiores a 8.0 mmol/L 15 minutos após o treinamento.

Nas investigações de Aronson et al. (2019) e Potashner et al. (2019), explicam que realizaram um protocolo de quatro semanas com quatro sessões semanais de treinamento HIIT, seguidas da administração de bolos de correção de insulina com quatro multiplicadores (0, 50, 100 e 150%). Os resultados obtidos foram os seguintes: a média da BG pré-exercício foi de 8.8 mmol/L; 15 minutos após terminar a sessão, esta havia aumentado para cerca de 12.0 mmol/L em média, com uma variação média total de 3.8 mmol/L a 40 minutos do treinamento; após esse tempo, os participantes se administraram bolos de correção de insulina individualizados de acordo com uma fórmula; após 3 horas da correção de insulina, a BG

experimentou uma redução significativa nos multiplicadores de 50, 100 e 150% (-2.3 mmol/L, -4.7 mmol/L e -5.3 mmol/L, respectivamente), exceto para o multiplicador de 0%, que foi o único que aumentou ligeiramente a BG (+1.0 mmol/L).

No estudo de Riddell et al. (2019), as concentrações de BG também sofreram um aumento importante nas quatro sessões de HIIT. Os valores pré-exercício dos participantes podem oscilar em torno de 8.8 mmol/L em média, chegando a valores máximos 15 minutos após terminar o treinamento de 12.9 mmol/L, 13.0 mmol/L, 11.6 mmol/L e 12.6 mmol/L, respectivamente, para as quatro sessões de HIIT.

Ao comparar as diferenças das variações da BG ao realizar o treinamento HIIT segundo o momento do dia no estudo de Yardley (2020), as concentrações após o exercício matutino em jejum aumentaram de 7.6 mmol/L para 9.2 mmol/L logo ao finalizar o exercício e de 9.9 mmol/L ao final do período de recuperação (15 minutos). Em contrapartida, após o exercício vespertino, houve uma diminuição da BG de 9.9 mmol/L pré-exercício para 9.5 mmol/L ao finalizar o treinamento e de 8.9 mmol/L ao final do período de recuperação.

Quanto ao treinamento MICT, os resultados obtidos no estudo de Lee et al. (2020b) indicam que a concentração de BG produziu uma diminuição aguda de 9.7 mmol/L para 6.9 mmol/L em média. Por outro lado, segundo uma pesquisa de Scott et al. (2019b), a mudança média dos níveis de BG durante 6 semanas de intervenção de MICT foi de -5.5 mmol/L em estado pós-prandial. Em contrapartida, em outro estudo do mesmo autor (Scott et al., 2019a), as concentrações da BG não tiveram uma redução tão relevante (-0.39 mmol/L).

Ao encarar os resultados obtidos dos estudos referentes à possível existência da melhoria do controle glicêmico após realizar um protocolo de treinamento HIIT ou MICT, encontramos no estudo de Lee et al. (2020a) um decremento significativo da Hemoglobina Glicada (HbA1c), com 12 semanas de intervenção, de 0.53% em comparação com os participantes do grupo controle (-0.14%), os quais continuaram realizando suas atividades cotidianas e mantiveram sua dieta, sem receber recomendações específicas ou restrições sobre o exercício físico.

Nas investigações de Scott et al. (2019a), onde foram aplicados os treinamentos de HIIT e MICT após um jejum noturno, não foram evidenciadas variações importantes no tempo transcorrido em hipoglicemia tanto durante as 24 horas quanto no período noturno. Além disso, não foram detectadas evidências notáveis no tempo transcorrido dentro da faixa alvo de glicemia ou em hiperglicemia durante os períodos de 24 horas ou noturnos. Esses

resultados respaldam a ideia de que o exercício após um jejum noturno não aumenta o risco de hipoglicemia ou hiperglicemia, melhorando assim o controle glicêmico dos indivíduos com DMT1.

Em outra pesquisa do mesmo autor (Scott et al., 2019b), também não foram evidenciadas diferenças significativas entre o transcorrer de 24 horas e o período noturno no tempo transcorrido em hipoglicemia, hiperglicemia e a faixa alvo de glicemia entre os treinamentos HIIT e MICT em estado pós-prandial.

Por último, sintetizando os resultados sobre a possível melhoria na qualidade de vida das pessoas com DMT1 ao realizar um treinamento HIIT ou um treinamento MICT, encontramos na investigação de Alarcón-Gómez et al. (2021) melhorias após 6 semanas de treinamento HIIT na qualidade de vida relacionada à saúde, na qualidade do sono (+21.4%), no desfrute do exercício (+7%) e na motivação intrínseca (+13%). A qualidade de vida relacionada à saúde foi avaliada através de várias ferramentas e testes onde apresentaram, entre as medições pré e pós- intervenção, as seguintes variáveis: funcionamento físico (+1.9%), limitações físicas no papel (+80.3%), saúde geral (+16.6%) e funcionamento social (+34.1%).

Nos resultados do estudo de Farrell et al. (2024), foi observado, em uma intervenção de 4 semanas de treinamento HIIT utilizando o Monitoramento Contínuo de Glicose em Tempo Real (RT-CGM + HIIT), que não teve um impacto significativo na frequência e na gravidade dos episódios de hipoglicemia, o que indica uma melhoria na capacidade do corpo para responder à hipoglicemia. Essa melhoria, junto com o RT-CGM, oferece benefícios como a melhora da qualidade de vida e a redução do risco de complicações.

Em síntese, e como resume a Tabela 5, os resultados relativos ao primeiro objetivo mostram um padrão consistente de aumento agudo da BG durante e após o treinamento HIIT (Aronson et al., 2019; Potashner et al., 2019; Riddell et al., 2019; Yardley, 2020), contrastando com uma diminuição aguda da BG associada ao treinamento MICT (Lee et al., 2020b; Scott et al., 2019b). Quanto ao segundo objetivo, o controle glicêmico a médio prazo (HbA1c) foi avaliado apenas num dos dez estudos (Lee et al., 2020a), que reportou uma redução intragrupo estatisticamente significativa após 12 semanas de HIIT ( $-0,53 \pm 0,61\%$ ;  $p=0,01$ ), embora sem significância face ao grupo controlo na amostra total ( $p=0,08$ ); os restantes estudos, de duração mais curta, não reportaram esta variável, o que limita as conclusões possíveis sobre o efeito a médio prazo de ambos os treinamentos. No que respeita

ao terceiro objetivo, apenas dois estudos avaliaram diretamente a qualidade de vida (Alarcón-Gómez et al., 2021; Farrell et al., 2024), ambos com resultados favoráveis ao treinamento HIIT, embora sem recurso a tamanhos de efeito estandardizados que permitam comparações quantitativas entre estudos.

## Discussão

Com a intenção de clarificar as descobertas e as hipóteses mais importantes destes artigos científicos sobre os efeitos do treinamento HIIT e do treinamento MICT em pessoas com DMT1, destacaremos as implicações teóricas mais relevantes para cumprir com os objetivos específicos desta revisão.

Numa análise comparativa direta dos dez estudos incluídos (Tabela 5), é possível identificar um padrão relativamente consistente: o treinamento HIIT tende a associar-se a um aumento transitório da BG e a uma resposta hormonal contrarreguladora mais acentuada, enquanto o treinamento MICT se associa a uma diminuição aguda da BG e a um maior risco de hipoglicemia durante e após o exercício. Esta diferença fisiológica fundamental, transversal à generalidade dos estudos, sustenta a hipótese de que o HIIT poderá constituir uma alternativa mais segura para os indivíduos com DM1 particularmente suscetíveis a hipoglicemias induzidas pelo exercício, enquanto o MICT exigirá, por norma, uma maior vigilância e suplementação de hidratos de carbono. Contudo, esta vantagem do HIIT relativamente ao risco hipoglicémico é acompanhada por um risco acrescido de hiperglicemia pós-exercício e por fenómenos de percepção errónea dos sintomas (Potashner et al., 2019), pelo que nenhuma das duas modalidades pode ser considerada isenta de riscos glicémicos, devendo antes ser selecionada e ajustada em função do perfil de risco individual de cada paciente.

A prática de um treinamento HIIT aumenta a resposta contrarreguladora à hipoglicemia ao liberar uma maior quantidade de hormônios (noradrenalina, adrenalina e glucagon) que aumentam os níveis de BG. Isso pode ser benéfico para melhorar os níveis de BG e o controle glicémico, assim como reduzir o risco de hipoglicemias (Farrell et al., 2024). No entanto, também se observa um aumento significativo da hiperglicemia, além de manifestações e percepções falsas de hipoglicemias. Apesar de o treinamento HIIT ser uma ferramenta segura para prevenir as hipoglicemias, essa apreciação errónea pode causar um mau tratamento com um excesso de ingestão de carboidratos, agravando os níveis de BG

(Potashner et al., 2019). Por esse motivo, é necessário o uso de estratégias individualizadas e personalizadas para cada pessoa com DMT1 ao realizar o treinamento HIIT.

Quanto às estratégias para controlar a glicemia durante e após o treinamento HIIT, foram apresentadas diversas propostas, como ajustes na dose de insulina ou na hora do exercício em relação às refeições. Essas estratégias demonstraram resultados promissores e vantajosos para a melhoria dos níveis de BG e a redução do risco de hipoglicemia, mas é crucial considerar que sua eficácia pode variar segundo o contexto individual de cada pessoa. Por esse motivo, futuras pesquisas deveriam se concentrar na personalização dessas estratégias, levando em conta a resposta glicêmica a cada treinamento, assim como os efeitos e a adesão a longo prazo.

Uma das estratégias propostas para controlar a concentração de glicemia baseou-se na aplicação de um fator de correção de insulina de 100 ou 150% após um treinamento HIIT de 15 minutos. As melhorias obtidas, 3 horas após o exercício,

refletiram-se nos níveis de BG, assim como uma menor duração em hiperglicemia e mais tempo na faixa alvo, em comparação com correções de menor porcentagem (0 e 50%) (Aronson et al., 2019). Em contrapartida, outra estratégia fundamentou a redução da dose de insulina basal noturna em 10, 20 e 30% após um treinamento HIIT, ao não apresentar um aumento significativo de hipoglicemias noturnas, garantindo ser uma prática segura e eficaz, principalmente 3 horas após completar o treinamento (Lee et al., 2020b).

Enquanto ambos os estudos fornecem averiguações muito valiosas sobre as estratégias para controlar a glicemia após a realização de um treinamento HIIT, é importante considerar que os efeitos podem variar dependendo de diversos fatores. Segundo várias pesquisas, o momento do dia e o estado alimentar em que se realiza o exercício são dois componentes primordiais que atuam na resposta glicêmica, por isso é muito importante abordar futuros estudos para determinar qual estratégia é mais eficaz e segura, dependendo do contexto individual de cada pessoa.

O treinamento HIIT realizado pela manhã em jejum provoca um aumento dos níveis de BG, o que favorece o uso de estratégias individualizadas de redução de insulina para evitar a hiperglicemia (Riddell et al., 2019). Por outro lado, quando o treinamento HIIT ocorre durante a tarde, os níveis de BG diminuem. Essas evidências podem ser muito gratificantes para as pessoas que normalmente sofrem hipoglicemias durante o exercício, estabelecendo o exercício em jejum como uma solução válida. Além disso, no caso oposto, aquelas pessoas

que experimentam hiperglicemias podem evitar esse momento do dia para o treinamento (Yardley, 2020).

Em relação às consequências que pode ter a implementação das sessões de HIIT na rotina do paciente com DMT1, a HbA1c não experimenta uma melhoria significativa após três meses de treinamento, embora se diminua a quantidade de eventos de hipoglicemia. Por outro lado, ajuda na adesão ao exercício e ao tratamento em si, além do próprio controle da glicemia. Por tudo isso, o HIIT é valorizado como parte do manejo da doença (Lee et al., 2020a).

O treinamento HIIT pode ser benéfico tanto em aspectos fisiológicos quanto psicológicos. O cumprimento deste tipo de exercício está relacionado a um aumento na qualidade do sono, provavelmente devido a um menor número de eventos de hipoglicemia pós-exercício e noturnos. Além disso, o HIIT é compreendido como uma maneira de realizar exercício físico mais agradável, prazerosa e com maior

motivação do que outros procedimentos, o que corresponde a uma maior autonomia, competência e relação social. Tudo isso pode ser interpretado como uma melhoria na qualidade de vida das pessoas com DMT1, assim como uma prática rentável para evitar as barreiras ao exercício físico, como o medo das hipoglicemias e a falta de motivação (Alarcón-Gómez et al., 2021).

Em segundo lugar, o estudo dos efeitos do treinamento MICT em diferentes momentos do dia e condições alimentares revela que o momento do exercício pode influenciar a resposta glicêmica. A comunidade científica destaca uma diminuição aguda dos níveis de BG quando se pratica este tipo de exercício. Para prevenir o risco de hipoglicemias durante e após o exercício, assim como em horas noturnas, os pacientes devem empregar estratégias adequadas. Nesse sentido, existe uma grande carência de instruções e indicações específicas sobre a aplicação da insulina e a ingestão adicional de carboidratos para manter os níveis dentro das faixas seguras durante e após o exercício. É fundamental estabelecer diretrizes claras e personalizadas em futuras pesquisas para os pacientes com DMT1 que realizem este tipo de treinamento.

Uma das estratégias manifestadas nos estudos desta revisão foi aplicar uma redução da dose basal de insulina após a realização do treinamento MICT à tarde, o que se mostrou uma opção segura ao não aumentar significativamente o risco de hipoglicemia noturna. Assim, essa estratégia é uma maneira eficaz tanto para o controle glicêmico quanto para a

adesão ao exercício (Lee et al., 2020b).

Em outra publicação, onde foram analisados os efeitos do treinamento MICT em jejum nos níveis de BG de pessoas com DMT1, foi encontrada uma baixa incidência de hipoglicemias e um maior tempo na faixa alvo. As concentrações de BG permaneceram estáveis, apesar de não haver necessidade de ingestão de carboidratos antes do exercício (Scott et al., 2019a). Essas investigações definem o treinamento MICT em jejum como uma estratégia segura, eficiente e atraente para fomentar a realização de exercício físico nesta população. No entanto, são necessárias mais pesquisas sobre a duração ideal desse tipo de exercício em jejum para um bom controle glicêmico.

Por outro lado, demonstrou-se que o MICT aumenta significativamente o pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2pico}$ ) e o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), apesar de os níveis de BG apresentarem uma diminuição notável, o que intensificou o risco de hipoglicemia. Essa redução significativa na concentração de BG durante o MICT destaca a importância de realizar uma ingestão de carboidratos quando o

exercício tem uma duração maior que 30 minutos, apesar de ser uma estratégia eficaz para melhorar a saúde cardiovascular em pessoas com DMT1 (Scott et al., 2019a).

Do ponto de vista da aplicação prática, estes resultados sugerem que os profissionais de saúde e de exercício físico envolvidos no acompanhamento de pessoas com DM1 devem considerar o momento do dia, o estado alimentar e o tipo de treinamento (HIIT vs. MICT) na prescrição de exercício, ajustando de forma individualizada a dose de insulina basal ou de correção e a ingestão de hidratos de carbono antes, durante e após a sessão. A monitorização contínua da glicose (RT-CGM) surge como uma ferramenta particularmente útil para apoiar esta tomada de decisão em tempo real (Farrell et al., 2024), sobretudo nos indivíduos com maior receio de hipoglicemias, permitindo-lhes praticar exercício físico com maior segurança e confiança.

É importante ter em conta as limitações dos estudos revisados. Por um lado, observamos um número reduzido de participantes nos estudos, assim como o escasso tempo de intervenção em alguns deles, nos quais os resultados obtidos não têm um alto grau de confiabilidade e viabilidade. Por outro lado, a variabilidade dos resultados está condicionada pelo desenho do estudo e pelas características próprias dos participantes, o que se entende como uma dificuldade para determinar uma estratégia clara e concisa para cada momento e contexto, dependendo do exercício físico que se pratique.

Essas limitações requerem novas explorações científicas, idealmente através de ensaios controlados aleatorizados com amostras de maior dimensão, períodos de intervenção mais prolongados e reporte sistemático de tamanhos de efeito, em colaborações interdisciplinares entre profissionais de saúde e profissionais do esporte. Estudos futuros deverão ainda estender esta linha de investigação a populações pediátricas e adolescentes com DM1, bem como comparar diretamente HIIT e MICT dentro do mesmo desenho experimental, de modo a estabelecer e desenvolver diretrizes claras e personalizadas sobre o manejo da insulina e a ingestão de carboidratos durante e após o exercício, tanto para o treinamento HIIT quanto para o treinamento MICT.

Em resumo, esta revisão fornece uma visão geral dos efeitos do treinamento HIIT e MICT em pessoas com DM1, destacando a importância de estabelecer e aplicar estratégias individualizadas, dependendo de fatores como o momento do dia em que se realiza o exercício físico, assim como o estado alimentar em que se encontra.

## **Conclusões**

Esta revisão narrativa permitiu comparar os efeitos do treinamento HIIT e do treinamento MICT em pessoas com DM1, respondendo aos três objetivos específicos propostos.

Relativamente à glicose no sangue, os resultados indicam um padrão inverso entre as duas modalidades: o HIIT associa-se a um aumento agudo e transitório da BG durante e após o exercício, enquanto o MICT provoca uma diminuição aguda, com maior risco de hipoglicemia.

Quanto ao controlo glicémico, a evidência disponível é ainda escassa; apenas um estudo reportou uma redução significativa da HbA1c após 12 semanas de HIIT, pelo que não é possível estabelecer conclusões definitivas sobre o efeito a médio prazo de qualquer uma das modalidades.

No que respeita à qualidade de vida, ambos os treinamentos parecem associar-se a benefícios, nomeadamente ao nível da qualidade do sono, da motivação e do prazer com o exercício (HIIT) e da adesão ao tratamento (MICT), embora a evidência direta seja limitada a dois estudos.

Em suma, o HIIT e o MICT constituem estratégias complementares e não mutuamente exclusivas na gestão da DM1, devendo a escolha entre ambas ser individualizada e orientada por profissionais de saúde e de exercício físico.

## Referências

- Alarcón-Gómez, J., Chulvi-Medrano, I., Martín-Rivera, F., & Calatayud, J. (2021). Effect of High-Intensity Interval Training on Quality of Life, Sleep Quality, Exercise Motivation and Enjoyment in Sedentary People with Type 1 Diabetes Mellitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12612. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312612>
- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2025). 1. Improving care and promoting health in populations: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care*, 48(Supplement\_1), S14–S26. <https://doi.org/10.2337/dc25-S001>
- Aronson, R., Brown, R. E., Li, A., & Riddell, M. C. (2019). Optimal Insulin Correction Factor in Post-High-Intensity Exercise Hyperglycemia in Adults With Type 1 Diabetes: The FIT Study. *Diabetes Care*, 42(1), 10–16. <https://doi.org/10.2337/dc18-1475>
- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S., & Mertens, S. (2019). SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4, Article 5. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Billat, V. L. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(1), 13–31. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00002>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Cofré-Bolados, C., Sánchez-Aguilera, P., Zafra-Santos, E., & Espinoza-Salinas, A. (2016). Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de la Universidad Industrial de Santander/Salud UIS*, 48(3), 275–284. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Farrell, C. M., McNeilly, A. D., Hapca, S., Fournier, P. A., Jones, T. W., Facchinetti, A., Cappon, G., West, D. J., & McCrimmon, R. J. (2024). High-intensity interval training as a novel treatment for impaired awareness of hypoglycaemia in people with type 1 diabetes (HIT4HYPOS): a randomised parallel-group study. *Diabetologia*, 67(2), 392–402. <https://doi.org/10.1007/s00125-023-06051-x>
- Forga, L. (2015). Epidemiología en la diabetes tipo 1: Ayudando a encajar las piezas del puzzle [The epidemiology of type 1 diabetes: Helping to fit the puzzle pieces]. *Endocrinología y Nutrición*, 62(4), 149–151. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2015.02.002>
- Fundación para la Diabetes [FDNN]. (2020). *Conozcámosla mejor*. <https://www.fundaciondiabetes.org/general/82/conozcamosla-mejor>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., LaMonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>
- García Pallarés, J. (2015). Intensidades y métodos de entrenamiento de la resistenciocardiorrespiratoria.
- International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2021.
- Larson, L. A., & Michelman, H. (1973). International guide to fitness and health: a world survey of experiments in science and medicine applied to daily living. (No Title).
- Lee, A. S., Johnson, N. A., McGill, M. J., Overland, J., Luo, C., Baker, C. J., Martínez-Huenchullan, S., Wong, J., Flack, J. R., & Twigg, S. M. (2020a). Effect of High-Intensity Interval Training on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes and Overweight or Obesity: A Randomized Controlled Trial With Partial Crossover. *Diabetes Care*, 43(9), 2281–2288. <https://doi.org/10.2337/dc20-0342>
- Lee, A. S., Way, K. L., Johnson, N. A., & Twigg, S. M. (2020b). High-intensity interval exercise and hypoglycaemia minimisation in adults with type 1 diabetes: A randomised cross-over trial. *Journal of*

- Diabetes and Its Complications*, 34(3), 107514. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2019.107514>
- Martland, R., Mondelli, V., Gaughran, F., & Stubbs, B. (2020). Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 38(4), 430–469. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706829>
- Murillo, S. (2012). *Diabetes tipo 1 y deporte. Para niños, adolescentes y adultos jóvenes*. Barcelona, España: EdikaMed.
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2017). *Diabetes tipo 1*. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es/diabetes-tipo-1>
- National Library of Medicine. (2021). Complicaciones de la diabetes. *MedlinePlus en Español*. <https://medlineplus.gov/spanish/diabetescomplications.html>
- Navarro, F., & Valdivielso, F. N. (1998). *La resistencia*. Gymnos, Editorial Deportiva, S.L.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2020). Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo [WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance]. Ginebra: OMS.
- Potashner, D., Brown, R. E., Li, A., Riddell, M. C., & Aronson, R. (2019). Paradoxical Rise in Hypoglycemia Symptoms With Development of Hyperglycemia During High-Intensity Interval Training in Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 42(10), 2011–2014. <https://doi.org/10.2337/dc19-0609>
- Reindell, H., & Roskamm, H. (1959). Ein Beitrag zu den physiologischen Grundlagen des Intervalltrainings unter besonderer Berücksichtigung des Kreislaufes. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin*, 7, 1–8.
- Reindell, H., Roskamm, H., Gerschler, W., Adam, K., Braecklein, H., & Keul, J. (1962). *Das Intervalltraining: Physiologische Grundlagen, praktische Anwendungen und Schädigungsmöglichkeiten*. München, Germany: Johann Ambrosius Barth.
- Riddell, M. C., Pooni, R., Yavelberg, L., Li, Z., Kollman, C., Brown, R. E., Li, A., & Aronson, R. (2019). Reproducibility in the cardiometabolic responses to high-intensity interval exercise in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 148, 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.01.003>
- Riddell, M. C., Scott, S. N., Fournier, P. A., Colberg, S. R., Gallen, I. W., Moser, O., Stettler, C., Yardley, J. E., Zaharieva, D. P., Adolfsson, P., & Bracken, R. M. (2017). The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia*, 60(8), 1475–1490. <https://doi.org/10.1007/s00125-017-4330-0>
- Rodríguez, F. A. (1995). Prescripción de ejercicio para la salud (I): Resistencia cardiorrespiratoria. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 1(39), 87–102.
- Ross, L. M., Porter, R. R., & Durstine, J. L. (2016). High-intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases. *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.04.005>
- Scott, S. N., Cocks, M., Andrews, R. C., Narendran, P., Purewal, T. S., Cuthbertson, D. J., Wagenmakers, A. J. M., & Shepherd, S. O. (2019a). Fasted high-intensity interval and moderate-intensity exercise do not lead to detrimental 24-hour blood glucose profiles. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 104(1), 111–117. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-01308>
- Scott, S. N., Cocks, M., Andrews, R. C., Narendran, P., Purewal, T. S., Cuthbertson, D. J., Wagenmakers, A. J. M., & Shepherd, S. O. (2019b). High-intensity interval training improves aerobic capacity without a detrimental decline in blood glucose in people with type 1 diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 104(2), 604–612. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-01309>
- Viana, R. B., Naves, J. P. A., Coswig, V. S., de Lira, C. A. B., Steele, J., Fisher, J. P., & Gentil, P. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British Journal of Sports Medicine*, 53(10), 655–664. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099928>
- Yardley, J. E. (2020). Fasting may alter blood glucose responses to high-intensity interval exercise in adults with type 1 diabetes: A randomized, acute crossover study. *Canadian Journal of Diabetes*, 44(8), 727–733. <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2020.09.007>