



# Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia  
Projeto de Graduação

## **Efeito do treino aeróbio na variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2: revisão bibliográfica.**

Flávio Augusto Teles Magalhães  
Estudante de Fisioterapia  
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa  
[36637@ufp.edu.pt](mailto:36637@ufp.edu.pt)

André Filipe Santos Magalhães  
Professor Adjunto  
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa  
[andrem@ufp.edu.pt](mailto:andrem@ufp.edu.pt)

Porto, julho de 2021

## Resumo

**Introdução:** Na Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) existe uma diminuição da modulação autonómica cardíaca e uma redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). **Objetivo:** Analisar a efetividade do treino aeróbio na VFC em pacientes com DMT2. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa eletrónica nas bases de dados Pubmed, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), Web of Science, MEDLINE e SPORTDiscus. Os critérios de elegibilidade definidos foram: 1) estudos experimentais do tipo randomizado controlado; 2) estudos que avaliam o efeito do treino aeróbio na VFC em pacientes com DMT2; 3) estudos em língua inglesa, portuguesa, italiana ou espanhola. **Resultados:** Foram incluídos 5 artigos para análise que cumpriram os critérios de seleção. Nestes artigos participaram um total de 197 indivíduos com uma idade média de 58,7 anos. Dois estudos efetuaram o treino aeróbio contínuo e 3 estudos efetuaram treino intervalado de alta intensidade (HIIT). A duração dos protocolos variou de 12 semanas a 12 meses. Quatro dos cinco estudos melhoram os valores da VFC após o treino e, apenas um, não apresentou aumento significativo neste parâmetro. **Conclusão:** O treino aeróbio em pacientes com DMT2 parece induzir um aumento da VFC. O HIIT supervisionado parece ser mais vantajoso, assim como uma maior frequência de treino semanal.

**Palavras-chave:** diabetes; variabilidade da frequência cardíaca; treino aeróbio; exercício aeróbio; treino intervalado de alta intensidade.

## Abstract

**Introduction:** In Diabetes Mellitus Type 2 (DMT2) there is a decrease in cardiac autonomic modulation and a reduction in heart rate variability (HRV). **Objective:** Analyze the effectiveness of aerobic training in HRV in patients with DMT2. **Methodology:** An electronic search was carried out in the Pubmed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Web of Science, MEDLINE and SPORTDiscus databases. The eligibility criteria defined were: 1) experimental studies of the randomized controlled type; 2) studies evaluating the effect of aerobic training on HRV in patients with DMT2; 3) studies in English, Portuguese, Italian or Spanish. **Results:** Five articles were included for analysis that met the selection criteria. A total of 197 individuals with an average age of 58.7 years participated in these articles. Two studies performed continuous aerobic training and 3 studies performed high intensity interval training (HIIT). The duration of the protocols ranged from 12 weeks to 12 months. Four of the five studies improved HRV values after training and only one did not show a significant increase in this parameter. **Conclusion:** Aerobic training in patients with DMT2 seems to induce an increase in HRV. Supervised HIIT seems to be more advantageous, as well as a greater frequency of weekly training.

**Keywords:** diabetes; heart rate variability; aerobic training; aerobic exercise; high intensity interval training.

## Introdução

A Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) é uma condição metabólica crónica caracterizada por, na fase inicial haver resistência à insulina, existindo uma incapacidade do corpo usar a insulina com eficácia (NICE, 2015; Kang, Ko e Baek, 2016; IDF, 2019). Com o avançar da doença, poderá ocorrer produção inadequada de insulina, devido a falha das células beta-pancreáticas, resultando em níveis elevados de glicose no sangue. (NICE, 2015; Kang, Ko e Baek, 2016; IDF, 2019) A DMT2 está associada maioritariamente à obesidade, sedentarismo, pressão arterial elevada, níveis alterados de lipídios no sangue e dieta inadequada e, portanto, contribui para um risco cardiovascular aumentado (NICE, 2015; IDF, 2019).

A nível mundial, estima-se que em 2014 existiriam 422 milhões de adultos com Diabetes (WHO, 2020; Faria, 2021), número que pode chegar a 628 milhões até ao ano de 2045, com DMT2 responsável por, pelo menos, 90% dos casos (Verma et al., 2018; IDF, 2019). O aumento da prevalência da DMT2 em adultos nas últimas décadas tem sido substancial, passando de 4,7% em 1980 para 8,5% em 2014, com um maior aumento em países em desenvolvimento (WHO, 2020). Em Portugal, em 2015, a prevalência estimada da Diabetes na população com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos, era de 13,3%, isto é, mais de 1 milhão de portugueses neste grupo etário tinha Diabetes. Sendo que mais de um em quarto das pessoas entre os 60-79 anos apresentam DMT2 (Correia et al., 2017).

Segundo a Sociedade Portuguesa de Diabetologia, na última década tem-se verificado uma diminuição significativa do número de anos potenciais de vida por Diabetes Mellitus em Portugal, representando cerca de oito anos e meio de vida perdida por cada óbito por Diabetes na população com idade inferior a 70 anos (Correia et al., 2017). A Diabetes assume um papel significativo nas causas de morte, tendo estado na origem de 4,0% das mortes ocorridas em 2015 (Correia et al., 2017).

As complicações cardiovasculares e do sistema microvascular, nomeadamente a doença renal diabética, a retinopatia diabética e a neuropatia, são as principais causas de morbilidade e mortalidade em indivíduos com diabetes (Cole e Forez, 2020). A neuropatia autonómica cardíaca (NAC) é uma das complicações mais frequentes da DMT2, causando perturbação no equilíbrio entre a atividade simpática e parassimpática cardiovascular (Verma et al., 2018; Ahmed et al., 2019). A NAC associa-se a um aumento de cerca de cinco vezes no risco de mortalidade cardiovascular e, a primeira manifestação do controlo autonómico cardiovascular alterado é a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (Ahmed et al., 2019).

A análise da VFC tem sido utilizada como um método prático não invasivo para avaliar a função autonômica cardíaca. Neste método, o equilíbrio dos sistemas simpático e parassimpático é avaliado como alteração no intervalo de tempo entre batimentos cardíacos sucessivos (Task Force, 1996). Níveis elevados de VFC indicam que um indivíduo tem uma melhor capacidade de adaptação constante às mudanças microambientais. A VFC demonstrou ser um indicador de morte súbita cardíaca, vários estudos indicam ser um método utilizado para avaliar pacientes após cirurgia cardíaca, pós-enfarte do miocárdio, pacientes com disfunção ventricular, arritmias e para avaliar pacientes que receberam intervenção terapêutica com exercício físico (Catai et al., 2020). A VFC baixa ou reduzida resulta de um mau funcionamento do sistema nervoso autônomo e pode implicar em risco para a saúde (Catai et al., 2020). Nomeadamente, a baixa VFC é um marcador de risco cardiovascular. (Benichou et al., 2018).

Na Diabetes, a análise linear da VFC indicou que há uma redução geral em ambos os componentes do Sistema Nervoso Autônomo, ou uma redução no componente parassimpático com aumento do simpático, quando comparados com indivíduos saudáveis, indicando uma perda da modulação autonômica cardíaca nesses indivíduos. Além disso, estudos que avaliam a VFC por métodos não lineares demonstram que há uma redução na magnitude e na complexidade dos mecanismos de controlo da frequência cardíaca em indivíduos com Diabetes (Silva et al., 2016). A atividade física tem sido recomendada como uma importante estratégia terapêutica não farmacológica para o controlo do DMT2 (Pan et al., 2018; WHO, 2020). O treino aeróbio é recomendado pela Sociedade Europeia de Cardiologia e American College of Sports Medicine para DMT2 (Pan et al., 2018). Este tipo de treino está associado a melhorias significativas na VFC, função autonômica cardiovascular, perfil lipídico e controlo do peso corporal em indivíduos com DMT2 (Goit, Pant e Shrewastwa, 2016; Pakgalos et al., 2008; Zoppini et al., 2007).

Apesar de existir duas revisões sistemáticas que analisam o efeito do exercício físico na VFC (Villafaina et al., 2017; Bhati et al., 2018), nos últimos anos foram publicados estudos randomizados controlados (RCT) sobre a temática que não foram incluídos nas anteriores revisões (Ahmed et al., 2019; Cassidy et al., 2019; Faria et al., 2021). Assim, o objetivo desta revisão bibliográfica é analisar a efetividade do treino aeróbio na VFC em pacientes com DMT2.

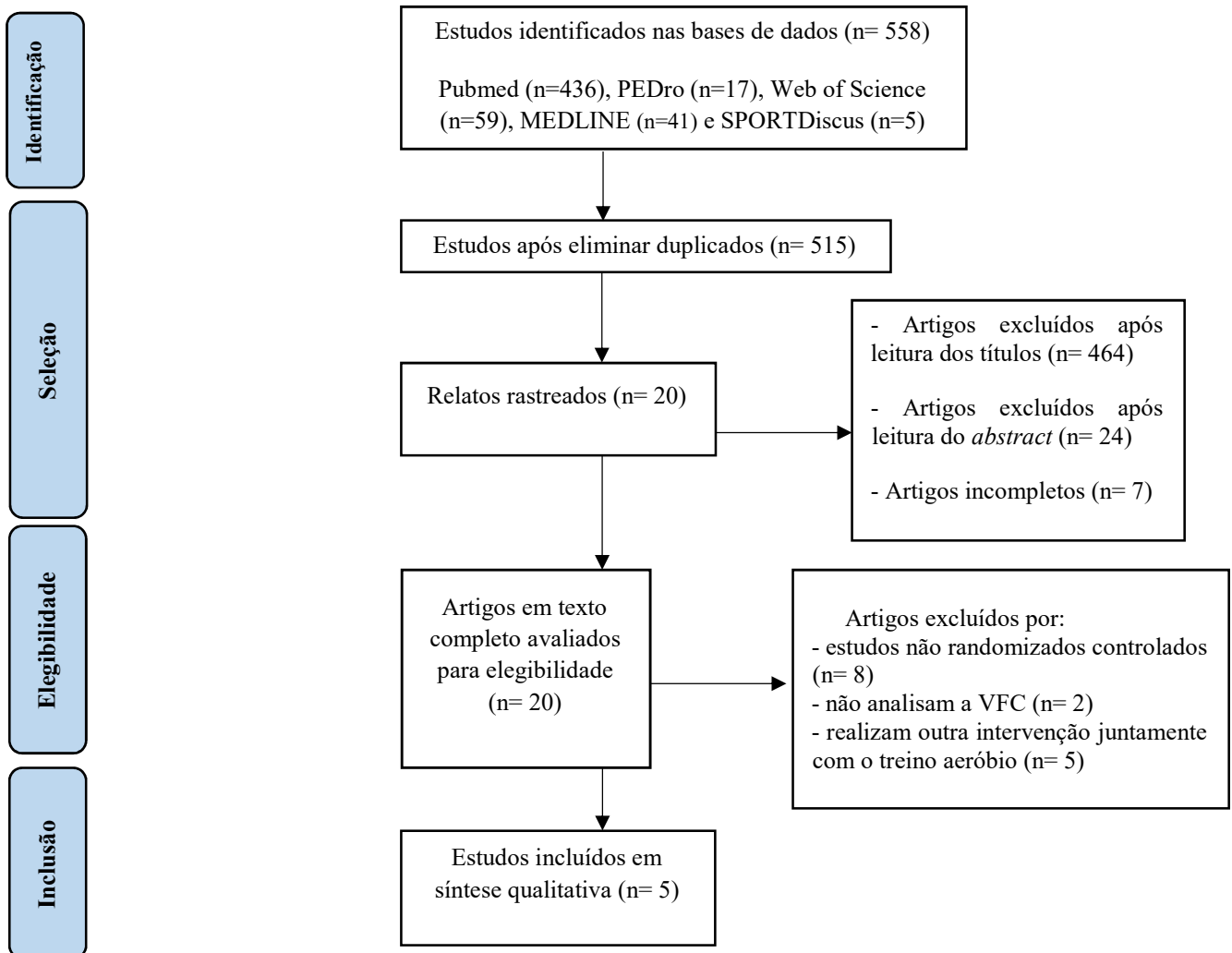
## Metodologia

Entre os dias 10 de fevereiro de 2021 e 28 de fevereiro de 2021 foi realizada uma pesquisa eletrônica nas bases de dados Pubmed, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), Web of Science, MEDLINE e SPORTDiscus. Nas bases de dados Pubmed, Web of Science, MEDLINE e SPORTDiscus foi utilizada a seguinte chave de pesquisa: “(diabet\*) AND ((aerobic training) OR (aerobic exercise) OR (hiit) OR (high intensity interval training)) AND ((heart rate variability) OR (HRV))”. Para a pesquisa na PEDro foram usadas as palavras-chave “heart rate variability” e “diabetes” com o operador de lógica AND. A estratégia de pesquisa e seleção dos estudos seguiu a metodologia de PRISMA. A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada pelos investigadores, com recurso à escala de PEDro (Anexo 1). Os critérios de inclusão definidos foram: i. estudos RCTs; ii. estudos que avaliam o efeito do treino aeróbio na VFC em pacientes com DMT2; iii. artigos em língua inglesa, portuguesa, italiana ou espanhola. Os critérios de exclusão definidos foram: i. estudos que abordassem outros tipos de exercício/treino juntamente com treino aeróbio; ii. estudos não realizados em humanos; iii. estudos com indivíduos com patologia ou eventos cardiovasculares prévios; iv. estudos com qualidade metodológica inferior a 5 na escala de PEDro.

## Resultados

A pesquisa nas bases de dados resultou num total de 558 artigos. Com a remoção de duplicados, este número ficou em 515 artigos. Após leitura dos títulos e *abstract* este número foi reduzido para 20. Com a leitura integral destes, 15 artigos foram removidos devido a não cumprirem os critérios estabelecidos. Assim, após este processo de seleção (Figura 1), foram incluídos 5 artigos para análise (Shridar et al., 2010; Simmonds et al., 2012; Cassidy et al., 2019; Ahmed et al., 2019; Faria et al., 2021). Nestes estudos participaram um total de 197 indivíduos com uma idade média de 58,7 anos. Todos pretendiam analisar o efeito de um programa de exercícios aeróbios em indivíduos com diagnóstico de DMT2 e a totalidade da amostra tinha DMT2. O treino aeróbio contínuo foi avaliado em dois artigos (Shridar et al., 2010; Simmonds et al., 2012) e o treino intervalado de alta intensidade (HIIT) foi realizado nos estudos de Ahmed et al. (2019); Cassidy et al. (2019); Faria et al. (2021). A duração do estudo variou de 12 semanas (Ahmed et al., 2019; Cassidy et al., 2019; Faria et al., 2021) a 12 meses (Shridar et al., 2010). Simmonds et al. (2012), realizou um protocolo de 18 semanas (Simmonds et al., 2012). Os 5 estudos incluídos apresentaram uma qualidade metodológica média de 5,2,

variando entre 5 a 6, na escala de PEDro (anexo 1). A Tabela 1 apresenta o resumo dos estudos incluídos, nomeadamente quanto à caracterização da amostra, objetivos, protocolo de intervenção, parâmetros avaliados e resultados da análise da VFC.



**Figura 1:** Fluxograma de Prisma.

**Tabela 1** – Resumo dos artigos.

Artigo	Amostra	Objetivo	Protocolo de Intervenção	Parâmetros Avaliados	Resultados da análise da VFC
Sridhar et al., 2010	N=105 GC= 50 GE= 55	Avaliar os efeitos de exercício físico regular na VFC com respiração profunda em pacientes com DMT2.	GC: tratamento padrão sem exercício físico. GE: aquecimento (5 min), + bicicleta ou passadeira (30 min) e exercícios de relaxamento (10 min) (não especifica intensidade do exercício).  - A intervenção foi efetuada 60 min/sessão x 5 dias por semana (12 meses)	Pressão arterial, níveis de HbA <sub>1c</sub> , peso corporal e respiração profunda – avaliação VFC.	- GC e GE: valores iniciais de VFC significativamente ↓ (p< 0.001); - GC vs. GE: os valores da VFC são significativamente ↑ no GE (p< 0.05) após o exercício. GC sem alterações nos valores.
Simmonds et al., 2012	N=15 G1= 8 G2= 7	Investigar a resposta hemodinâmica e da VFC ao exercício em passadeira em mulheres com DMT2 entre os 65-74 anos.	O treino inicia com aquecimento (3 min) com velocidade de 3 km/h e inclinação 0°. A intensidade do treino dependem do valor VO <sub>2</sub> que corresponde a 100% Tge. Termina com arrefecimento (3 min) com velocidade de 3 km/h e inclinação 0°.  - A intervenção foi efetuada G1: 60 min/sessão x 2 dias por semana; G2: 30 min/sessão x 4 dias por semana (18 semanas)	Níveis de glucose, insulina e HbA <sub>1c</sub> , colesterol total, VFC, VO <sub>2</sub> máx, triglicédeos	Não houve alterações na VFC no período de controlo (-6 semanas à semana 0) tanto em G1 como G2; Entre semana 0-12: - G2: ↑ SDNN, ↑ RR, ↑ RMSSD, ↑ LF e HF ↑ (p<0.05) e rácio LF/HF ↓ (p<0.05). - G1: SDNN, RR, RMSSD, LF e HF ↓ e rácio LF/HF ↑ (p<0.05). G2 vs. Controlo: apresentou um efeito significativo VFC.
Ahmed et al., 2019	N=40 GC=20 GE=20	Determinar o efeito do HIIT na VFC e capacidade aeróbia em adultos obesos com DMT2.	GC: mantiveram a atividade diária normal e não participarem em programas de exercício. GE: Aquecimento + 4 pequenos períodos de intensidade máxima (80-90% FCmáx) intercalando com quatro períodos de intensidade moderada (50-60% FCmáx) com intervalos de 2 min de recuperação + relaxamento (3 min).  - A intervenção foi efetuada 30 min/sessão x 3 dias por semana (12 semanas)	VFC, VO <sub>2</sub> máx, níveis de HbA <sub>1c</sub> , lípidos sanguíneos e medidas antropométricas.	- GE: SDNN ↑ 28% (p<0.05), RMSSD ↑ 23% (p<0.05), LF não alterou significativamente (p> 0.05), HF ↑ 49% (p<0.05) e o rácio LF/HF ↓ significativamente em 31% (p<0.05). - Existe uma correlação linear positiva entre SDNN e VO <sub>2</sub> máx (p= 0.001). Não existe correlação entre um ↑ de SDNN e ↑ de HbA <sub>1c</sub> (p= 0.9).

Artigo	Amostra	Objetivo	Protocolo de Intervenção	Parâmetros Avaliados	Resultados da análise da VFC
Cassidy et al., 2019	N= 22 GC= 11 GE= 11	Avaliar o impacto do HIIT supervisionado na função autonómica cardiovascular em adultos com DMT2.	GC: tratamento padrão sem exercício físico. GE: treino HIIT em bicicleta estática onde a intensidade foi modelada pela Escala de Percepção de Esforço de Borg intercalando intensidade conforme tolerado entre 9-13 e 16-17.  - A intervenção foi efetuada 30 min/sessão x 3 dias por semana (12 semanas)	VFC, VO <sub>2</sub> , níveis de HbA <sub>1c</sub> , medidas antropométricas e pressão arterial.	- GE: ↓ de 21% em HF na componente pressão arterial sistólica após exercício (p= 0.003); - GC vs. GE: não houve diferença significativa nas medidas de VFC, RR (p= 0.672) e SDNN (p= 0.340). - Houve alterações > 10% para RR e LF/HF, mas essas alterações foram observadas em ambos os grupos.
Faria et al., 2021	N=15	Avaliar a modulação cardíaca autonómica crónica e efeitos metabólicos em 12 semanas de HIIT curto e longo em adultos com DMT2.	G L HIIT: 15 ciclos de 120 seg com intensidade de 85% do VO <sub>2</sub> máx + descanso ativo de 120 seg até 50% do VO <sub>2</sub> máx. G S HIIT: 29 ciclos de 30 seg com intensidade de 90% do VO <sub>2</sub> máx + descanso passivo de 30 seg. GC: mantiveram a rotina sem alterar a dieta alimentar, não realizando exercício físico.  - A intervenção foi efetuada 30 min/sessão x 2 dias por semana (12 semanas)	VFC, VO <sub>2</sub> , níveis de HbA <sub>1c</sub> , colesterol total, medidas antropométricas e pressão arterial.	- Pré-treino: VFC de todos os grupos em estudo, abaixo dos valores normais (p<0.05). - G L HIIT: VFC ↑ significativo de SDNN (p<0.05) e RMSSD (p<0.05) após o exercício. - G L HIIT vs. G S HIIT: No domínio da frequência, não houve mudança significativa em nenhum grupo (p<0.05).
<b>Legenda:</b> N - número total da amostra; GC - Grupo Controlo; GE - Grupo Exercício; min – minutos; min/sessão - minutos por sessão; km/h – quilómetros por hora; p – p value; ↑ - aumento; ↓ - diminuído; HIIT - Treino intervalado de alta intensidade; FCmáx - Frequência Cardíaca máxima; seg - segundos; VO <sub>2</sub> máx – Volume Oxigénio Máximo; G1 - Grupo 1; G2 - Grupo 2; HbA <sub>1c</sub> – hemoglobina glicada; Tge - gas-exchange threshold; RR - intervalos RR; SDNN - desvio padrão de intervalos RR normais; RMSSD - raiz quadrada da média de diferenças ao quadrado entre intervalos RR sucessivos; LF - baixa frequência; HF - alta frequência; rácio LF/HF - rácio entre baixa frequência e alta frequência; G HIIT - Grupo que realizou treino HIIT; G CMT - Grupo que realizou treino aeróbio de moderada intensidade; G L HIIT – grupo que realiza HIIT longo; G S HIIT – grupo realiza HIIT curto.					

## Discussão

O objetivo desta revisão foi analisar a efetividade do treino aeróbio na VFC em indivíduos com DMT2. Após o processo de seleção foram incluídos cinco estudos para análise. Relativamente à caracterização das amostras dos estudos selecionados, a média de idades variou de 52,1 anos nos estudos de Ahmed et al. (2019) e Faria et al. (2021) a 68,9 anos no estudo de Simmonds et al. (2012), com Cassidy et al. (2019) com média de 59,5 anos e Sridhar et al. (2010) com 60,6 anos. Quanto ao género, dois estudos não discriminaram este parâmetro (Ahmed et al., 2019; Faria et al., 2021). Nos restantes, 75 participantes são do sexo masculino e 67 do sexo feminino (Shridar et al., 2010; Simmonds et al., 2012; Cassidy et al., 2019). Parâmetros como a idade e o género masculino podem contribuir para a diminuição da capacidade funcional aeróbia e da VFC (Catai et al., 2020).

Em todos os estudos, indivíduos com patologia ou eventos cardiovasculares foram excluídos. A capacidade para o exercício de pacientes diabéticos com patologia cardiovascular é mais reduzida do que a de pacientes diabéticos sem patologia, devido à modulação autonómica cardíaca alterada com respostas anormais de frequência cardíaca e pressão arterial durante o exercício (Pakgalos et al., 2008). No entanto, os estudos são omissos relativamente a outras co-morbilidades neurológicas, nomeadamente acidente vascular encefálico (Constantinescu et al., 2019), doença de Parkinson (Bugalho et al., 2018), síndrome de Guillain–Barré (Tan et al., 2019). Estas patologias levam a diminuição na VFC e alteração da função autonómica cardíaca (Constantinescu et al., 2019; Bugalho et al., 2018; Tan et al., 2019).

Indivíduos com patologia ou eventos pulmonares foram excluídos da amostra nos estudos de Simmonds et al. (2012) e Ahmed et al. (2019), sendo que Shridar et al. (2010) exclui pacientes com doença pulmonar obstrutiva crónica. Os fumadores foram excluídos em três artigos (Simmonds et al., 2012; Ahmed et al., 2019; Faria et al., 2021). Esta é uma diferença relevante, pois sabe-se que existe uma redução da VFC associada aos hábitos tabágicos, que quanto mais intenso, mais prejudicial é para a VFC, levando a uma disfunção autonômica sistémica (Murgia et al., 2019).

### *Protocolos de treino/intervenção*

Os protocolos de treino apresentaram uma variância significativa na duração da intervenção, com a duração mais curta de 12 semanas (Ahmed et al., 2019; Cassidy et al., 2019; Faria et al., 2021) e a mais longa de 12 meses (Shridar et al., 2010). Simmonds et al. (2012)

utilizou um protocolo de 18 semanas. Segundo a American Diabetes Association, a duração de intervenção com exercício deverá ser prolongada (Colberg et al., 2016), assim é expectável que os estudos com duração de intervenção mais prolongada evidenciem mais ganhos em saúde.

A frequência do treino variou entre 2 dias por semana (Faria et al., 2021) a 5 dias por semana (Shridar et al., 2010). O estudo de Simmonds et al. (2012) analisou as variações na frequência de treino, tendo um dos grupos realizado 2 sessões por semana e outro realizado 4 sessões por semana. De acordo com as Guidelines da American College of Sports Medicine e European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, os indivíduos com DMT2 devem realizar treino aeróbio 3 a 5 dias por semana (Hansen et al., 2013). Simmonds et al. (2012) num dos grupos e Faria et al. (2021) não cumpriram com esta recomendação. A Diabetes Canada Clinical Practice recomenda pelo menos 150 min/semana de atividade física aeróbica de intensidade moderada ou, pelo menos 90 min/semana de exercício aeróbio vigoroso distribuído por, pelo menos, 3 dias/semana e com no máximo 2 dias consecutivos sem atividade física (Verma et al., 2018). A American Diabetes Association é menos específica, recomendando atividades rítmicas usando grandes grupos musculares, podendo ser realizado continuamente ou como do tipo intervalado de alta intensidade (HIIT) (Colberg et al., 2016). O HIIT envolve períodos alternados de exercícios aeróbicos de alta intensidade no consumo máximo de oxigênio ou abaixo dele com exercícios leves de recuperação ou nenhum exercício entre os intervalos. Os protocolos HIIT de alto volume foram definidos como aqueles que acumulam  $\geq 15$  minutos de tempo gasto durante os intervalos de alta intensidade, com todos os outros protocolos HIIT sendo definidos como HIIT de baixo volume (Taylor et al., 2019). Dos artigos selecionados, Sridhar et al. (2010) e Simmonds et al. (2012) utilizaram o treino aeróbio contínuo. No estudo de Sridhar et al. (2010), não foi especificada a intensidade do treino, o que é uma limitação do mesmo. No estudo de Simmonds et al. (2012), o treino consistiu num treino aeróbio com intensidade de 100% do limiar de troca gasosa (Tge) com recurso a passadeira. Os valores de Tge são determinados pela medida dos níveis de lactato no sangue, bem como por meio de medidas de trocas gasosas (Polat, Korkmaz Eryılmaz e Aydoğan, 2018).

O treino HIIT foi realizado nos estudos de Ahmed et al. (2019), Cassidy et al. (2019) e Faria et al. (2021). Ahmed et al. (2019) realizaram treino HIIT com pequenos períodos de intensidade máxima de 80-90% da frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) e períodos de intensidade moderada (50-60% FC<sub>máx</sub>) com intervalos de 2 minutos de recuperação. Cassidy et al. (2019), utilizaram a Escala de Percepção de Esforço de Borg onde modulavam a intensidade conforme tolerado entre 9-13 e 16-17. Faria et al. (2021) dividiu em dois grupos de

exercício, um grupo realizou HIIT longo que correspondeu a ciclos de 120 segundos intercalando intensidade de 85% do consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2</sub> máx) e descanso ativo com intensidade até 50% do VO<sub>2</sub> máx. O grupo do HIIT curto realizou ciclos de 30 segundos intercalando 90% do VO<sub>2</sub> máx com descanso passivo.

A duração da sessão de treino variou em 30 minutos por sessão (Ahmed et al., 2019; Cassidy et al., 2019; Faria et al., 2021) a 60 minutos por sessão (Shridar et al., 2010). Simmonds et al. (2012), separou um grupo que realizou sessões de 30 minutos e outro grupo realizou sessões de 60 minutos. Segundo a American Diabetes Association, as sessões de atividade aeróbica devem, idealmente, durar pelo menos 10 minutos, sendo que a maior recomendação é de 30 minutos/dia ou mais para adultos com DMT2 (Colberg et al., 2016).

#### *Aquisição e análise da variabilidade da frequência cardíaca*

A VFC é muito importante para avaliação como um preditor de risco de doença cardiovascular, desenvolvimento da saúde (Catai et al., 2020). No entanto, para obter resultados confiáveis e reprodutíveis na análise da VFC, equipamentos, métodos e técnicas devem seguir regras de preparação do local de colheita, o modo de capturar e determinar os intervalos R-R e da forma de analisar essa informação (Catai et al., 2020). Para recolha de dados da VFC, três artigos utilizaram o eletrocardiograma (ECG) (Shridar et al., 2010; Cassidy et al., 2019; Ahmed et al., 2019) e dois artigos utilizaram um cardiofrequencímetro Polar® com um recetor de relógio de pulso (Simmonds et al., 2012; Faria et al., 2021).

Nos estudos que realizaram ECG, Sridhar et al. (2010) realizou um teste de frequência cardíaca de respiração profunda com os pacientes em posição de decúbito dorsal durante um registo de ECG padrão. Cassidy et al. (2019) utilizou um Monitor Task Force®, com uma aquisição de 20 minutos, com os participantes em posição de decúbito dorsal e em repouso. Ahmed et al. (2019), executaram a avaliação da VFC em repouso, com um ECG da Magic R Series® pela manhã, após jejum noturno de 12 horas, sendo que os resultados foram gravados após um período de 15 minutos de descanso numa sala silenciosa e pouco iluminada com os indivíduos em posição de decúbito dorsal.

Já nos estudos que utilizaram um cardiofrequencímetro com um recetor de relógio de pulso, Simmonds et al. (2012) após 20 minutos de repouso em decúbito dorsal num laboratório escuro e silencioso ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ), realizou uma aquisição contínua da VFC por 10 minutos. Faria

et al. (2021) adquiriu os dados da VFC com os indivíduos deitados em decúbito dorsal por 5 minutos antes do início dos testes e, imediatamente no final do teste com recuperação na postura sentado por 5 minutos. Para análise dos resultados da VFC, o *software* Kubios HRV Analysis foi utilizado nos estudos de Faria et al. (2021); Ahmed et al. (2019); Simmonds et al. (2012). Os outros artigos não especificaram o *software* utilizado.

### *Efeito do treino aeróbio na variabilidade da frequência cardíaca*

O aumento significativo dos parâmetros de desvio padrão de intervalos RR normais (SDNN), a raiz quadrada da média de diferenças ao quadrado entre intervalos RR sucessivos (RMSSD) e alta frequência (HF), refletem um aumento na modulação parassimpática e aumento da atividade vagal em repouso, enquanto a diminuição significativa no rácio entre baixa frequência e alta frequência (rácio LF/HF) poderá indicar uma diminuição do equilíbrio simpátovagal (Abreu, Rehder-Santos, Simões e Catai, 2019; Ahmed et al., 2019). Pan et al. (2018), verificaram que indivíduos com DMT2 apresentam uma significativa redução na VFC, como uma diminuição na atividade parassimpática bem como simpática, em comparação com pacientes sem DMT2. Todos os estudos analisados nesta revisão demonstraram que os participantes apresentavam VFC reduzida antes da intervenção (Shridar et al., 2010; Simmonds et al., 2012; Ahmed et al., 2019; Cassidy et al., 2019; Faria et al., 2021).

Shridar et al. (2010), reportaram que tanto os pacientes com DMT2 como pacientes com DMT2 associada a hipertensão arterial, responderam ao treino aeróbio contínuo, com um aumento significativo na VFC. Assim, ambos os grupos experimentaram efeitos benéficos na regulação autonômica cardíaca devido ao exercício regular. Simmonds et al. (2012) demonstraram que as melhorias significativas na VFC foram observadas apenas nos indivíduos que realizaram sessões de exercícios mais frequentes. As medidas de SDNN, RMSSD e HF aumentaram significativamente após 12 semanas de treino aeróbio para o grupo que realizou exercício quatro sessões por semana com duração de 30 minutos por sessão, comparativamente a duas vezes por semana durante 60 minutos por sessão. Estes autores propõem a hipótese de que uma melhor modulação autonômica cardíaca pode ser dependente da frequência das sessões de exercícios, não só da duração acumulada do exercício (Simmonds et al., 2012).

Dos estudos selecionados, o estudo de Cassidy et al. (2019) foi o único que não apresentou efeitos significativos do treino na VFC. Segundo os mesmos autores, o HIIT não

supervisionado por mais de 12 semanas tem efeito limitado nas medidas de regulação autonômica cardiovascular, incluindo VFC. Já Ahmed et al. (2019) demonstram uma melhoria na VFC com um aumento significativo dos parâmetros que respondem a modulação parassimpática (SDNN, RMSSD, HF) associados a 12 semanas de HIIT. O treino supervisionado apresenta melhores resultados do que o treino não supervisionado, e é recomendado pela American Physical Therapy Association e American Diabetes Association (Hansen et al, 2013; Colberg et al., 2016).

Faria et al. (2021) compararam o HIIT longo com o HIIT curto, concluindo que o HIIT longo produz alterações mais significativas na VFC e na maioria dos parâmetros avaliados. O HIIT de baixo volume, que envolve intervalos curtas de atividade muito intensa intercaladas com períodos mais longos de recuperação em intensidade baixa a moderada, é uma abordagem alternativa para a atividade aeróbia contínua. (Colberg et al., 2016) Num outro estudo conduzido por Duennwald et al. (2014), compararam o treino aeróbio de moderada intensidade (70% FCmáx) com o treino HIIT com intensidade intercaladas de 90-95% da FCmáx. e 70% FCmáx. Os resultados obtidos demonstraram que o HIIT é uma alternativa menos demorada ao treino aeróbio e com melhores resultados na VFC do que o treino aeróbio contínuo de moderada intensidade.

Relativamente aos outros parâmetros analisados, no estudo de Simmonds et al. (2012), ambos os grupos de exercícios aumentaram significativamente o  $VO_2$ máx após 12 semanas de treino, não encontrado diferenças entre as concentrações pré e pós-treino de glicose no sangue, insulina, hemoglobina glicada (HbA1c), colesterol e triglicerídeos. Os participantes do estudo de Shridar et al. (2010) melhoraram significativamente os valores de pressão arterial e os níveis de HbA1c após o treino. Ahmed et al. (2019) reportou uma correlação linear positiva entre SDNN e  $VO_2$  máx. Apenas o HIIT longo produziu melhora no  $VO_2$ máx no estudo de Faria et al. (2021). Isto reforça a importância do treino aeróbio não só para a melhoria da VFC, mas para o controlo dos fatores de risco cardiovasculares em pacientes com DM2, diminuição da mortalidade geral, promove o controlo glicémico reduzindo níveis de HbA1C, triglicerídeos, pressão arterial e resistência à insulina (Hansen et al., 2013; Colberg et al., 2016). No anexo 2, especificam-se em forma de tabela, os resultados obtidos nestes parâmetros.

## **Limitações**

Apesar do crescente interesse, ainda existem relativamente poucos estudos randomizados controlados sobre o efeito do treino aeróbio na VFC em pacientes com DMT2, o que limita o alcance deste trabalho. Três dos cinco artigos incluídos (Simmonds et al., 2012; Cassidy et al., 2019; Faria et al., 2021) possuem tamanhos amostrais relativamente pequenos, o que limita a análise estatística, generalização dos resultados e aumenta o risco de viés. Indivíduos com patologia ou eventos pulmonares foram excluídos da amostra em apenas dois estudos, sendo que um estudo exclui pacientes com doença pulmonar obstrutiva crónica. Fumadores foram excluídos em três estudos e, pacientes neurologicos não foram excluídos em nenhum estudo. No que diz respeito às limitações desta revisão, o uso de outras palavras chave ou a inclusão de outras bases de dados, poderiam eventualmente resultar na inclusão de outros estudos que cumprissem os critérios de inclusão.

## **Conclusão**

O treino aeróbio em pacientes com DMT2 produz alterações positivas na função autonómica cardíaca, verificadas no aumento da VFC. O HIIT supervisionado parece ser uma modalidade de treino mais vantajosa comparativamente ao treino aeróbio contínuo de intensidade moderada. O HIIT longo demonstrou ser mais eficaz quando comparado com o HIIT de curta duração. Uma maior frequência de treino semanal parece estar associada a melhores resultados na VFC do que uma duração maior por sessão do treino.

## Bibliografia

- Abreu, R., Rehder-Santos, P., Simões, R., e Catai, A. (2019). Can high-intensity interval training change cardiac autonomic control? A systematic review. *Brazilian journal of physical therapy*, 23(4), 279–289
- Ahmed, A., Ahmed, M., Mahmoud, W., Abdelbasset, W. e Elnaggar, R. (2019). Effect of high intensity interval training on heart rate variability and aerobic capacity in obese adults with type 2 Diabetes Mellitus. *Bioscience Research*, 16(3), 2450-2458
- Benichou, T., Pereira, B., Mermillod, M., Tauveron, I., Pfabigan, D., Maqdasy, S., e Dutheil, F. (2018). Heart rate variability in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 13(4), 1-19
- Bugalho, P., Mendonça, M., Lampreia, T., Miguel, R., Barbosa, R., e Salavisa, M. (2018). Heart rate variability in Parkinson disease and idiopathic REM sleep behavior disorder. *Clinical autonomic research: official journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 28(6), 557–564
- Cassidy, S., Vaidya, V., Houghton, D., Zalewski, P., Seferovic, J., Hallsworth, K., MacGowan, G., Trenell, M., e Jakovljevic, D. (2019). Unsupervised high-intensity interval training improves glycaemic control but not cardiovascular autonomic function in type 2 diabetes patients: A randomised controlled trial. *Diabetes & vascular disease research*, 16(1), 69–76
- Catai, A. M., Pastre, C. M., Godoy, M. F., Silva, E. D., Takahashi, A., e Vanderlei, L. (2020). Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(2), 91–102
- Colberg, S., Sigal, R., Yardley, J., Riddell, M., Dunstan, D., Dempsey, P., Horton, E., Castorino, K., e Tate, D. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 39(11), 2065–2079
- Cole, J. e Florez, J. (2020). Genetics of diabetes mellitus and diabetes complications. *Nature reviews. Nephrology*, 16(7), 377–390
- Constantinescu, V., Arsenescu-Georgescu, C., Matei, D., Moscalu, M., Corciova, C., e Cuciureanu, D. (2019). Heart rate variability analysis and cardiac dysautonomia in ischemic stroke patients. *Clinical neurology and neurosurgery*, 186(1), 1-7
- Correia, L., Boavida, J., Almeida, J., Anselmo, J., Ayala, M., Cardoso, S., Costa, A., Dores, J., Duarte, J., Duarte, R., Ferreira, H., Medina, J., Nunes, J., Pereira, M., e Raposo, J. (2017). Diabetes: Factos e Números – 2015 – Relatório Anual do Observatório Nacional de Diabetes. *Revista Portuguesa de Diabetes*, 12(1), 40-48
- Duennwald, T., Gatterer, H., Wille, M., Pocecco, E., Philippe, M., Kruesmann, P., Dzien, A., Bernardi, L., e Burtscher, M. (2014). Effects of Supervised Short-Term Exercise Training On Cardiorespiratory Control and Exercise Capacity in Type 2 Diabetes Patients. *Journal Diabetes & Metabolism*. 5(8), 1-7
- Faria, F., Oliveira-Silva, I., Cunha, R., Marques, V. e Rebelo, A. (2021). Chronic Effects of Metabolic and Autonomic Cardiac Modulation of Long or Short High-Intensity Interval Training in Type 2 Diabetics: Preliminary Results. *Journal of Exercise Physiology*, 24(1), 73-84

- Goit, R. K., Pant, B. N., e Shrewastwa, M. K. (2018). Moderate intensity exercise improves heart rate variability in obese adults with type 2 diabetes. *Indian heart journal*, 70(4), 486–491
- Hansen, D., Peeters, S., Zwaenepoel, B., Verleyen, D., Wittebrood, C., Timmerman, N., e Schotte, M. (2013). Exercise assessment and prescription in patients with type 2 diabetes in the private and home care setting: clinical recommendations from AXXON (Belgian Physical Therapy Association). *Physical therapy*, 93(5), 597–610
- International Diabetes Federation (IDF) (2019). International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes research and clinical practice*, 9(1), 1-168
- Kang, S., Ko, K. e Baek, U. (2016). Effects of 12 weeks combined aerobic and resistance exercise on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus patients. *Journal of physical therapy science*, 28(7), 2088–2093
- Murgia, F., Melotti, R., Foco, L., Gögele, M., Meraviglia, V., Motta, B., Steger, A., Toifl, M., Sinnecker, D., Müller, A., Merati, G., Schmidt, G., Rossini, A., Pramstaller, P., e Pattaro, C. (2019). Effects of smoking status, history and intensity on heart rate variability in the general population: The CHRIS study. *PloS one*, 14(4), 1-17
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE). (2015). *Type 2 diabetes in adults: management*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng28>. [Acedido em 28 de fevereiro de 2021]
- Pagkalos, M., Koutlianos, N., Kouidi, E., Pagkalos, E., Mandroukas, K., e Deligiannis, A. (2008). Heart rate variability modifications following exercise training in type 2 diabetic patients with definite cardiac autonomic neuropathy. *British journal of sports medicine*, 42(1), 47–54
- Pan, B., Ge, L., Xun, Y. Q., Chen, Y., Gao, C., Han, X., Zuo, L., Shan, H., Yang, K., Ding, G., e Tian, J. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 72
- Praet, F., e van Loon, L. (2007). Optimizing the therapeutic benefits of exercise in Type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, 103(4), 1113–1120
- Polat, M., Korkmaz Eryilmaz, S., e Aydoğan, S. (2018). Seasonal variations in body composition, maximal oxygen uptake, and gas exchange threshold in cross-country skiers. *Journal of sports medicine*, 9(1), 91–97
- Ramos, J., Dalleck, L., Borrani, F., Beetham, K., Mielke, G., Dias, K., Wallen, M., Keating, S., Fassett, R., e Coombes, J. (2017). High-intensity interval training and cardiac autonomic control in individuals with metabolic syndrome: A randomised trial. *International journal of cardiology*, 245, 245–252
- Silva, A., Barbosa, M., Vanderlei, F., Christofaro, D., e Vanderlei, L. (2016). Application of Heart Rate Variability in Diagnosis and Prognosis of Individuals with Diabetes Mellitus: Systematic Review. *Annals of noninvasive electrocardiology: the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc*, 21(3), 223–235
- Simmonds, M., Minahan, C., Serre, K., Gass, G., Marshall-Gradisnik, S., Haseler, L., e Sabapathy, S. (2012). Preliminary findings in the heart rate variability and haemorheology response to varied frequency and duration of walking in women 65-74 yr with type 2 diabetes. *Clinical hemorheology and microcirculation*, 51(2), 87–99

Sridhar, B., Haleagrahara, N., Bhat, R., Kulur, A., Avabratha, S., e Adhikary, P. (2010). Increase in the heart rate variability with deep breathing in diabetic patients after 12-month exercise training. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 220(2), 107–113

Tan, C., Shahrizaila, N., Yeoh, K., Goh, K., e Tan, M. (2019). Heart rate variability and baroreflex sensitivity abnormalities in Guillain-Barré syndrome: a pilot study. *Clinical autonomic research: official journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 29(3), 339–348

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043–1065

Taylor, J., Holland, D., Spathis, J., Beetham, K., Wisløff, U., Keating, S., e Coombes, J. (2019). Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Progress in cardiovascular diseases*, 62(2), 140–146

Verma, S., Moiz, J., Anwer, S., Alghadir, A., e Hussain, M. (2018). A dose-response study of aerobic training for oxygen uptake, oxidative stress and cardiac autonomic function in type 2 diabetes mellitus: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 19(1), 289

World Health Organization (WHO) (2019). *Classification of diabetes mellitus* [Em linha]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/classification-of-diabetes-mellitus>. [Acedido em 27 de fevereiro de 2021]

World Health Organization (WHO) (2020). *Diagnosis and management of type 2 diabetes (HEARTS-D)* [Em linha]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/who-ucn-ncd-20.1>. [Acedido em 27 de fevereiro de 2021]

Zoppini, G., Cacciatori, V., Gemma, M. L., Moghetti, P., Targher, G., Zamboni, C., Thomaseth, K., Bellavere, F., e Muggeo, M. (2007). Effect of moderate aerobic exercise on sympatho-vagal balance in Type 2 diabetic patients. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, 24(4), 370–376

## Anexo 1: Qualidade Metodológica.

Artigo	Critérios											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sridhar et al., 2010	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	<b>5/10</b>
Simmonds et al., 2012	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	<b>5/10</b>
Ahmed et al., 2019	S	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	<b>6/10</b>
Cassidy et al., 2019	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	<b>5/10</b>
Faria et al., 2021	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	<b>5/10</b>
<b>Total por item</b>	5/5	5/5	2/5	5/5	0/5	0/5	0/5	4/5	0/5	5/5	5/5	
<p><b>Critérios:</b> 1. Elegibilidade; 2. Distribuição aleatória; 3. Distribuição cega; 4. Semelhança entre grupos; 5. Sujeitos cegos; 6. Fisioterapeutas cegos; 7. Avaliadores cegos; 8. Seguimento adequado; 9. Intenção de tratamento; 10. Comparação estatística intergrupar; 11. Medidas de precisão e variabilidade.</p> <p><b>Legenda:</b> S – Sim; N – Não.</p>												

## Anexo 2: Tabela resumo com resultados de outros parâmetros avaliados.

Artigo	Amostra	Objetivo	Protocolo de Intervenção	Parâmetros Avaliados	Outros Resultados
Sridhar et al., 2010	N=105 GC= 50 GE= 55	Avaliar os efeitos de exercício físico regular na VFC com respiração profunda em pacientes com DMT2.	GC: tratamento padrão sem exercício físico. GE: aquecimento (5 min) + bicicleta ou passadeira (30 min) e exercícios de relaxamento (10 min) (não especifica intensidade do exercício).  - A intervenção foi efetuada 60 min/sessão x 5 dias por semana (12 meses)	Pressão arterial, níveis de HbA <sub>1c</sub> , peso corporal e respiração profunda – avaliação VFC.	Após o treino, os níveis de HbA <sub>1c</sub> ↓ significativamente (p<0.001).
Simmonds et al., 2012	N=15 G1= 8 G2= 7	Investigar a resposta hemodinâmica e da VFC ao exercício em passadeira em mulheres com DMT2 entre os 65-74 anos.	O treino inicia com aquecimento (3 min) com velocidade de 3 km/h e inclinação 0°. A intensidade do treino dependem do valor VO <sub>2</sub> que corresponde a 100% Tge. Termina com arrefecimento (3 min) de arrefecimento com velocidade de 3 km/h e inclinação 0°.  - A intervenção foi efetuada G1: 60 min/sessão x 2 dias por semana; G2: 30 min/sessão x 4 dias por semana (18 semanas)	Níveis de glucose, insulina, HbA <sub>1c</sub> , colesterol total, VFC, VO <sub>2</sub> máx, triglicérides	- G1 vs. G2: Ambos ↑ significativamente VO <sub>2</sub> máx após o treino (p = 0,003), melhoram a tolerância ao exercício, TE melhorou (p <0,001) e a potência de pico (p <0,001). - G1 apresentou Tge significativamente maior do que G2 (p = 0,008). - Não foram detetadas diferenças significativas entre as concentrações pré e pós-treino de glicose no sangue, insulina, HbA <sub>1c</sub> , colesterol, triglicérides. Idade e massa corporal sem diferenças significativas.
Ahmed et al., 2019	N=40 GC=20 GE=20	Determinar o efeito do HIIT na VFC e capacidade aeróbia em adultos obesos com DMT2.	GC: mantiveram a atividade diária normal e não participarem em programas de exercício. GE: Aquecimento + 4 pequenos períodos de intensidade máxima (80-90% FCmáx) intercalando com quatro períodos de intensidade moderada (50-60% FCmáx) com intervalos de 2 min de recuperação + relaxamento (3 min).  - A intervenção foi efetuada 30 min/sessão x 3 dias por semana (12 semanas)	VFC, VO <sub>2</sub> máx, níveis de HbA <sub>1c</sub> , lípidos sanguíneos e medidas antropométricas.	- GE: correlação linear positiva significativa entre SDDN e VO <sub>2</sub> máx (p = 0,001). Não houve correlação entre melhorias no SDDN e melhorias na HbA <sub>1c</sub> (p = 0,9).

Artigo	Amostra	Objetivo	Protocolo de Intervenção	Parâmetros Avaliados	Outros Resultados
Cassidy et al., 2019	N= 22 GC= 11 GE= 11	Avaliar o impacto do HIIT supervisionado na função autonómica cardiovascular em adultos com DMT2.	GC: tratamento padrão sem exercício físico. GE: treino HIIT em bicicleta estática onde a intensidade foi modelada pela Escala de Percepção de Esforço de Borg intercalando intensidade conforme tolerado entre 9-13 e 16-17.  - A intervenção foi efetuada 30 min/sessão x 3 dias por semana (12 semanas)	VFC, VO <sub>2</sub> , níveis de HbA <sub>1c</sub> , medidas antropométricas e pressão arterial.	GE vs. GC: O controlo glicémico melhorou, com uma ↓ de HbA <sub>1c</sub> (-0,26%), em comparação com um ↑ (0,18%) no GC, mostrando uma diferença significativa entre os grupos (p = 0,03). - Não houve diferenças no peso corporal ou alteração do IMC entre os dois grupos, nem nas medidas hemodinâmicas (incluindo débito cardíaco, frequência cardíaca, volume sistólico) entre os grupos.
Faria et al., 2021	N=15	Avaliar a modulação cardíaca autonómica crónica e efeitos metabólicos em 12 semanas de HIIT curto e longo em adultos com DMT2.	G L HIIT: 15 ciclos de 120 seg com intensidade de 85% do VO <sub>2</sub> máx + descanso ativo de 120 seg até 50% do VO <sub>2</sub> máx. G S HIIT: 29 ciclos de 30 seg com intensidade de 90% do VO <sub>2</sub> máx + descanso passivo de 30 seg. GC: mantiveram a rotina sem alterar a dieta alimentar, não realizando exercício físico.  - A intervenção foi efetuada 30 min/sessão x 2 dias por semana (12 semanas)	VFC, VO <sub>2</sub> , níveis de HbA <sub>1c</sub> , colesterol total, medidas antropométricas e pressão arterial.	G L HIIT vs G S HIIT: ↓ significativa da glicemia de jejum para ambos (p<0.05). - Colesterol total, HbA <sub>1c</sub> e triglicédeos sem alterações significativas (p<0.05), bem como as características antropométricas (p<0.05). - VO <sub>2</sub> máx apresentou melhora significativa apenas no HIIT longo (p<0.05).
<b>Legenda:</b> N - número total da amostra; GC - Grupo Controlo; GE - Grupo Exercício; min – minutos; min/sessão - minutos por sessão; km/h – quilómetros por hora; p – p value; ↑ - aumento; ↓ - diminuído; HIIT - Treino intervalado de alta intensidade; FCmáx - Frequência Cardíaca máxima; seg - segundos; VO <sub>2</sub> máx – Volume Oxigénio Máximo; IMC – Índice de massa corporal; G1 - Grupo 1; G2 - Grupo 2; HbA <sub>1c</sub> – hemoglobina glicada; Tge - gas-exchange threshold; SDNN - desvio padrão de intervalos RR normais; G HIIT - Grupo que realizou treino HIIT; G CMT - Grupo que realizou treino aeróbio de moderada intensidade; G L HIIT – grupo que realiza HIIT longo; G S HIIT – grupo realiza HIIT curto; TE - tempo de exaustão.					