

**Efeitos do exercício físico na prevenção e
tratamento da diabetes tipo 2
uma revisão sistemática de literatura**

versão final após defesa

Pedro Miguel Vergueira Duque

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Medicina

(mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutora Anabela Antunes de Almeida

Co-orientador: Dr. Pedro Daniel Boto Carlos

julho 2023

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Pedro Miguel Vergueira Duque, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 37750 do mestrado integrado em medicina da Faculdade de Ciências da Saúde, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 12 /07 /2023

Pedro Miguel Vergueira Duque

RESUMO

A diabetes tipo 2 (DM2) é uma doença crónica que afeta milhões de indivíduos globalmente. O exercício físico é uma intervenção bem conhecida para prevenir e tratar a DM2. Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar a evidência atual sobre o papel do exercício físico na prevenção e tratamento da DM2.

Foi realizada uma revisão sistemática para avaliar a relação entre a prática de exercício físico e a prevenção e tratamento da DM2.

Foi realizada uma pesquisa em 3 bases de dados (EBSCO, Web of Science e Pubmed). Foram considerados os estudos entre 2012 e 2022 com a seguinte equação de pesquisa: (“Exercise AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “prevention and control” AND (“Glycemic control” OR “Insulin Resistence” OR “ Glycated Hemoglobin A”))” De um total de 363 artigos, foram excluídos 37 por serem duplicados, 308 foram triados pelas guidelines PRISMA, restando um total de 18 artigos compreendendo 10 artigos de revisão, 6 estudos randomizados controlados, 1 meta-analise e 1 revisão sistemática. Os estudos analisados sugerem que o exercício é uma intervenção eficaz para prevenir e tratar a DM2. O exercício físico regular foi associado a melhorias no controlo glicémico, na sensibilidade à insulina e fatores de risco cardiovascular (CV).

O exercício físico mostrou-se uma intervenção eficaz para prevenir e tratar a DM2. Os profissionais de saúde devem considerar a introdução do exercício nos planos de gestão da DM2.

PALAVRAS-CHAVE: Exercício;Controlo glicémico;Diabetes Mellitus tipo 2;Prevenção e controlo

ABSTRACT

Type 2 diabetes is a chronic disease that affects millions of individuals globally. Physical exercise is a well known intervention to prevent and treat type 2 diabetes. This systematic review aimed to evaluate the current evidence on the role of physical exercise in the prevention and treatment of type 2 diabetes.

A systematic review was conducted to evaluate the relationship between the practice of exercise and prevention and treatment of type 2 diabetes.

A search was conducted in 3 databases (EBSCO, Web of Science and PubMed). Studies between 2012 and 2022 were included with the following search keywords: (“Exercise AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “prevention and control” AND (“Glycemic control” OR “Insulin Resistance” OR “Glycated Hemoglobin A”)”). From the initial number of 363 articles, 37 were duplicates and 308 were excluded using the PRISMA guidelines. A total of 18 studies were included in this systematic review, including 10 review articles, 6 randomized controlled trials, 1 meta-analysis and 1 systematic review. The analysed studies suggest that exercise is an effective intervention to prevent and treat type 2 diabetes. Regular physical exercise was associated with improvements in glycaemic control, insulin sensitivity, and cardiovascular risk factors.

Physical exercise has been shown to be an effective intervention to prevent and treat type 2 diabetes. Healthcare professionals should consider the introduction of exercise in the management plans for type 2 diabetes.

Keywords: Exercise; Type 2 Diabetes Mellitus; Glycaemic control; Prevention and control

ÍNDICE

Declaração de Integridade	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xiv
Lista de Acrónimos	xvi
1. Introdução	1
2. A Diabetes Mellitus	2
2.1. A Pré-diabetes	2
2.2. A Diabetes Mellitus tipo 2	2
2.2.1. Patogénese.....	2
2.2.1.1. Resistência à insulina.....	3
2.2.1.2. Disfunção das Células β -pancreáticas.....	3
2.3. Fatores de risco	3
2.3.1. Síndrome metabólica.....	3
2.3.2. Obesidade.....	4
3. O exercício físico	6
3.1. Tipo, intensidade e duração	6
3.2. Exercício aeróbio	6
3.3. Exercício de força	7
3.4. HIIT: High Intensity Interval Training	8
3.5. Exercício combinado (aeróbio + força)	8
4. Métodos	10

5. Resultados	16
6. Discussão	20
7. Conclusão	23
8. Bibliografia	26
9. Apêndice	33
Apêndice 1 – Quadro-resumo dos artigos selecionados	33

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Diagrama PRISMA do processo de seleção dos estudos..... 11
- Figura 2** Efeito do exercício de força na prevenção da DM2 . Adaptado de Strasser B. et al, “Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms” 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Critérios PICO	10
Tabela 2 Critérios de Seleção de Artigos	10
Tabela 3 Avaliação do risco de viés para os estudos randomizados. (Verde – baixo risco; Vermelho – risco	12
Tabela 4 Avaliação da qualidade dos estudos não randomizados.....	13

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACSM – American College of Sports Medicine

ADA – American Diabetes Association

CV – Cardiovascular

DM – Diabetes Mellitus

DM2 – Diabetes Mellitus Tipo 2

DMG – Diabetes Mellitus Gestacional

DPP – U.S Diabetes Prevention Program

GRP – Gabinete de Relações Públicas

HbA1c – Hemoglobina glicada

HIIT – High intensity interval training

HOMA - Homeostatic model assessment

IFG – Impaired fasting glucose

OMS – Organização Mundial de Saúde

UBI – Universidade da Beira Interior

Folha em branco

1. INTRODUÇÃO

A Diabetes Mellitus (DM) engloba um espectro de alterações metabólicas crônicas e progressivas, caracterizadas por níveis persistentemente elevados da glicemia, consequência do desenvolvimento de resistência aos efeitos sistêmicos da insulina e/ou distúrbios na secreção adequada da mesma.(1) A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta para um aumento progressivo e sustentado da prevalência da DM nas últimas décadas um pouco por todo o mundo, sendo que persiste uma preocupante tendência para o subdiagnóstico desta entidade, com cerca de metade das pessoas com DM a não terem conhecimento da sua doença. Estudos estimam que 693 milhões de pessoas sejam afetadas por esta condição em 2045, constituindo um potencial peso significativo sobre a economia e sistemas de saúde de cada país. (2)

A epidemia da DM tornou-se numa ameaça séria à saúde a nível global. Nas últimas três décadas, no mundo, o número de pessoas com DM quadruplicou e assume-se como a nona maior causa de morte. Estima-se que cerca de 7,3% dos europeus sejam afetados por esta doença.(2)

Existem vários fatores relacionados com o estilo de vida, entre os quais a prática de exercício físico, intimamente relacionados com a etiologia e patogénese da DM2.(3)

Uma vez que a prevalência da DM2 e as suas complicações cardiovasculares (CV) estão a aumentar rapidamente, uma prevenção apropriada deve ser tida em conta para potenciar a qualidade de vida e manutenção de saúde desta população.(4)

O exercício físico regular tem um impacto benéfico na composição corporal, integridade cardiovascular, sensibilidade à insulina e qualidade de vida. No entanto, apenas uma minoria dos doentes diabéticos pratica exercício físico regularmente devido a barreiras individuais, relacionadas com a sua doença, ou ausência de suporte adequado para a prática do mesmo.(5)

Nas últimas décadas, a evidência científica relevante suporta o benefício do exercício físico no controlo glicémico, através da melhoria da sensibilidade à insulina e da redução da concentração de hemoglobina glicada (HbA1C).

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura de forma a percebermos o estado atual do conhecimento no que diz respeito à relação entre exercício físico e prevenção e tratamento da DM2.

2.A DIABETES MELLITUS

2.1. A Pré-diabetes

A pré-diabetes é caracterizada por níveis de glicemia acima dos valores de referência, mas abaixo daqueles considerados como diagnóstico para a DM2.

A “tolerância diminuída à glicose” (TDG) e a “anomalia da glicemia em jejum” (AGJ) são estados pré-diabéticos. Enquanto a primeira é definida por uma prova de tolerância à glicose oral com valores de glicemia entre 140 e 199 mg/dL às 2h, a segunda é definida por valores de glicemia em jejum entre 100 e 125 mg/dL.(6)

Nesta fase, com o aumento da prática de exercício físico e em conjunto com outras mudanças de estilo de vida, é possível prevenir a progressão da DM2 e consequentes eventos CV.

2.2. A Diabetes Mellitus tipo 2

A DM2 é uma doença metabólica crônica e progressiva caracterizada por longos períodos de hiperinsulinemia como reação compensatória ao desenvolvimento de resistência à insulina, resultando numa tendência posterior para um estado de hiperglicemia sustentada quando esta resposta se torna insuficiente.

A DM2 é conhecida como uma doença de adultos. Corresponde a 90-95% de todos os casos de diabetes e caracteriza-se sobretudo pela resistência dos tecidos à ação da insulina fazendo com que as células β -pancreáticas percam gradualmente a capacidade de libertar insulina de forma adequada em resposta aos níveis crescentes de glicemia. (6)

2.2.1. Patogénese

Quando a homeostase da glicose é afetada, o risco de DM2 aumenta. A patofisiologia da DM2 assenta em dois fatores principais: a progressiva resistência periférica à insulina e a disfunção e eventual destruição das células β -pancreáticas.

A elevação da concentração plasmática de glicose estimula a secreção de insulina pelas células β -pancreáticas que, por sua vez, estimulam a captação de glicose por parte dos

tecidos periféricos. Um ciclo de feedback positivo entre resistência à insulina e hiperglicemia leva ao desenvolvimento de hiperinsulinemia persistente. Com a manutenção crônica deste ciclo, as células β -pancreáticas não conseguem manter uma produção suficiente de insulina, mesmo após hiperfunção e sobrecarga excretora, levando à apoptose e/ou disfunção endócrina. (3)

2.2.1.1. Resistência à insulina

A resistência à insulina pode, de uma forma sintética, ser definida como uma diminuição global da resposta celular à concentração de insulina circulante.(7)

A resistência à insulina leva à incapacidade dos tecidos periféricos de utilizar glicose no seu metabolismo aeróbio através de mecanismos mediados pela insulina. A resistência à insulina conduz também ao defeito na captação de triglicérides pelo tecido adiposo e à diminuição da utilização de glicose a nível hepático.(7)

2.2.1.2. Disfunção das Células β -pancreáticas

A hiperfunção compensatória da capacidade produtora e secretora de insulina por parte das células β -pancreáticas acaba por atingir um nível máximo, a partir do qual se torna francamente insuficiente para responder aos níveis crescentes de glicemia, agravada pelo fenómeno subsequente e eventual de atrofia, de apoptose e, finalmente, de destruição de toda a capacidade endócrina pancreática.(8)

2.3. Fatores de risco

Várias interligações de fatores genéticos e metabólicos entre as quais a história familiar de Diabetes Mellitus, a etnia, Diabetes Mellitus Gestacional, idade avançada, sobrepeso e obesidade estão intimamente relacionadas com a DM2.(9)

2.3.1. Síndrome metabólica

A síndrome metabólica é caracterizada por um conjunto de fatores de risco para doença cardiovascular e para DM2. Entre estes fatores destacam-se a obesidade visceral, as alterações no metabolismo da glicose, a dislipidemia e a hipertensão arterial. Indivíduos diagnosticados com síndrome metabólica são 3 a 5 vezes mais propensos para

o desenvolvimento de DM2. Tem sido demonstrado que a prevalência da síndrome metabólica aumenta com a idade.(10)

2.3.2. Obesidade

A obesidade é uma doença caracterizada pelo armazenamento de gordura em excesso e resulta da desproporcionalidade mantida entre a energia consumida e a energia despendida. Para ela contribuem múltiplos fatores, incluindo genéticos, fisiológicos, comportamentais, socio culturais e ambientais. Estudos mostram que a obesidade contribui para o aumento da morbidade e mortalidade e que é responsável por cerca de 70% de todos os casos de diabetes.(11)

A obesidade leva a um estado pró inflamatório através do aumento de macrófagos que causam a ativação de citocinas pró inflamatórias (TNF- α , IL-6) que, por sua vez, podem contribuir para a resistência à insulina e DM2.(12)

Os recetores de insulina dos miócitos e dos adipócitos são essencialmente idênticos, isto é, o tecido muscular esquelético e o tecido adiposo competem entre si pela insulina circulante. Por esta razão, a composição corporal, ou seja, as proporções entre percentagem de tecido adiposo e percentagem de tecido muscular, toma um papel fundamental que determina como as moléculas de insulina libertadas pelos pulsos secretórios do pâncreas são distribuídas. Embora estes recetores de insulina localizados tanto nos adipócitos como nos miócitos tenham estruturas idênticas, o seu impacto bioquímico é diferente. Uma molécula de insulina quando ativa um recetor nos miócitos induz 2,1 a 3,1 vezes mais captação de glicose do que um recetor de insulina localizado no tecido adiposo. Conclui-se, então, que as moléculas de insulina que interagem com o tecido adiposo são utilizadas de forma menos eficiente do que aquelas que ativam recetores localizados nos músculos esqueléticos e, por essa razão, os indivíduos com maior percentagem de massa gorda têm menos sensibilidade à insulina do que aqueles que têm menos massa gorda.(13)

A gordura visceral excessiva contribui para o desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares.(14)

3. O EXERCÍCIO FÍSICO

3.1. Tipo, intensidade e duração

O exercício físico resulta numa variedade de adaptações fisiológicas e metabólicas dependendo da modalidade e tipo de exercício. (15)

A Exercise and Sport Science Australia recomenda que os doentes pré-diabéticos ou com DM2 já diagnosticada acumulem um mínimo de 210 minutos por semana de atividade de intensidade moderada a intensa ou 125 minutos por semana de exercício vigoroso com duas ou mais sessões de exercício de força durante esse período de tempo. (16) A United States Diabetes Prevention Program (DPP) demonstrou que os indivíduos que reduziram o seu peso corporal em $\geq 7\%$ e praticaram exercício físico pelo menos 150 minutos por semana experienciaram uma redução na incidência da DM2. (17)

O exercício aeróbio e o exercício de força representam duas modalidades de treino e os seus benefícios são apresentados no American College of Sports Medicine (ACSM) e na American Diabetes Association (ADA). (15)

Em doentes com DM2, o exercício físico resulta numa diminuição da HbA_{1c}, triglicéridos, pressão arterial e resistência periférica à insulina. (16)

O exercício físico tem uma função primordial na melhoria da saúde metabólica e na redução do risco cardiovascular em indivíduos com DM2. Os seus efeitos são o resultado de interações entre vários sistemas onde o músculo esquelético tem um papel fulcral na regulação da homeostase metabólica e na mediação de vários benefícios do exercício. (18)

O exercício aeróbio e o exercício de força promovem benefícios significativos na saúde dos doentes com DM2. No entanto, os mecanismos básicos relacionados a cada uma das modalidades são distintos e têm efeitos diferentes na saúde metabólica dos doentes. (19)

3.2. Exercício aeróbio

O exercício aeróbio pode modificar a ação da insulina em cada fibra muscular sem aumentar o seu tamanho. Este tipo de exercício aumenta a capacidade de vascularização do músculo esquelético e a expressão de níveis de GLUT-4. (20)

A realização de exercícios aeróbios pode requisitar múltiplos e grandes grupos musculares e é necessário manter períodos prolongados de tempo em atividade. A morbidade associada e complicações frequentes nos doentes com DM2 tornam mais difícil atingir o volume e intensidade de treino aeróbio adequado para corresponder aos objetivos do plano de treino. (20)

É recomendada a prática de exercício aeróbio a uma intensidade moderada durante, pelo menos, 150 minutos por semana. Esse tempo de treino deve ser dividido em 3 ou mais dias por semana, sem ultrapassar períodos máximos de 48 horas entre sessões.(21)

3.3. Exercício de força

O exercício ou treino de força refere-se a atividades utilizando pesos ou exercícios que utilizem o próprio peso corporal.

As complicações associadas à DM2 provocam declínio de força e função muscular. Os programas de treino de força podem aumentar a massa muscular e a densidade óssea, diminuindo o risco de fraturas e quedas. (22)

Embora não seja uma consequência exclusiva do exercício de força, um aumento no número de mitocôndrias na célula muscular facilita a oxidação de ácidos gordos, a ativação da cascata de sinalização insulínica e, por isso, contribui para a melhoria do controlo metabólico. Um melhor controlo metabólico pode ser atingido mesmo sem hipertrofia muscular, indicando que os benefícios do treino de força também são originados por alterações intrínsecas do musculo em si e não são apenas dependentes do tamanho do mesmo.(23)

O exercício de força tem um efeito positivo na prevenção e gestão da DM2 através da sua contribuição na redução de gordura visceral e no aumento da densidade de transportadores GLUT-4, essenciais no metabolismo da glicose e na melhoria da sensibilidade à insulina. (24)

Embora o volume de exercício de força não seja unânime, a recomendação mais consensual é de 2 ou mais dias por semana e em dias não consecutivos. Em cada sessão, recomenda-se realizar 1 a 4 sets de 5 a 10 exercícios multiarticulares envolvendo os principais grupos musculares.(21)

3.4. HIIT: High Intensity Interval Training

Existe uma preocupação natural sobre a segurança e a aplicabilidade de exercício físico de intensidade vigorosa. O HIIT pode ser uma alternativa ao exercício físico contínuo para introduzir uma intensidade mais elevada numa variedade de populações. O HIIT envolve a alternância entre pequenos períodos de exercício a uma intensidade vigorosa (p.e 30 seg a 4 min) e períodos de intensidade ligeira para descansar/recuperar. (25)

O HIIT consiste em exercício físico de intensidade vigorosa intercalada com períodos de descanso. Pode também ser denominado como “low volume high intensity training”, ou seja, o volume de treino é menor, mas a intensidade é maior quando comparado com exercício contínuo.(25)

O HIIT promove a capacidade oxidativa dos músculos esqueléticos, a sensibilidade à insulina e melhora o controlo glicémico em doentes diagnosticados com DM2. Uma das vantagens deste tipo de exercício é ser mais eficiente em termos de tempo. Atualmente as recomendações para o HIIT são de 75 minutos por semana juntamente com 2 a 3 sessões de treino de força para fortalecimento muscular.(25)

3.5. Exercício combinado (aeróbio + força)

O exercício aeróbio e o treino de força permitem, individualmente, reduzir a prevalência de hiperglicémia em indivíduos com alterações na tolerância à glicose.

A combinação do exercício aeróbio com o treino de força permite obter melhores resultados no que diz respeito à sensibilidade à insulina em comparação com a realização de uma das modalidades isoladamente.(26)

Resultados de vários estudos documentam melhorias nos parâmetros antropométricos e bioquímicos que incluem o aumento da massa muscular, melhor controlo glicémico, diminuição de gordura total e uma maior capacidade de oxidação de ácidos gordos.(26)

4. MÉTODOS

A questão de investigação foi formulada utilizando a ferramenta PICO(27). Assim este estudo irá abordar os efeitos do exercício físico em doentes diagnosticados com DM2 ou pré-diabéticos.

Tabela 1 Critérios PICO

População	Adultos em risco de desenvolver DM2 ou com a doença já diagnosticada
Intervenção	Programa de exercício físico estruturado e orientado
Controlo	População não sujeita a qualquer intervenção de exercício físico
Outcome	Indivíduos sujeitos a programas estruturados e orientados de exercício físico têm uma melhoria dos parâmetros glicémicos e de saúde CV.

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados EBSCO, *PubMed* e *Web of Science* publicados em português ou em inglês até novembro de 2022 com a seguinte equação de pesquisa: (“Exercise AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “prevention and control” AND (“Glycemic control” OR “Insulin Resistance” OR “ Glycated Hemoglobin A”))” O quadro 2 apresenta um quadro onde estão apresentados os critérios de inclusão e de exclusão utilizados para selecionar os artigos a incluir neste trabalho.

Tabela2 Critérios de Seleção de Artigos

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos escritos em português ou em inglês. >18 anos Intervenção relacionada com exercício físico em doentes diagnosticados com DM2 ou pré-diabéticos.	Artigos focados em aspetos nutricionais e atividade física Outras formas de diabetes que não a Diabetes Mellitus tipo 2

Esta revisão sistemática foi realizada em conformidade com os critérios PRISMA(28). Inicialmente foram excluídos os artigos duplicados, identificados após a utilização do software de gestão de referências Mendeley e de seguida, após uma breve análise do título e resumo, aqueles que não se enquadravam no tema. Foi efetuada a leitura integral dos artigos restantes, sendo excluídos os que não se encaixavam na questão de investigação.

Foi avaliada a pertinência de efetuar esta revisão sistemática na base de dados Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO), tendo sido obtidos zero resultados.

Foi realizada uma pesquisa em 3 bases de dados (EBSCO, WEB OF SCIENCE E PUBMED) onde foram retirados um total de 363 artigos dos quais 37 foram sinalizados como duplicados. Com base nos critérios de inclusão e exclusão já mencionados e após a leitura do título e resumo dos mesmos excluíram-se 286. Procedeu-se à leitura dos 40 artigos sobranes que foram lidos na integra e dos quais 18 serviram para a realização desta revisão sistemática como mostra a figura 1.

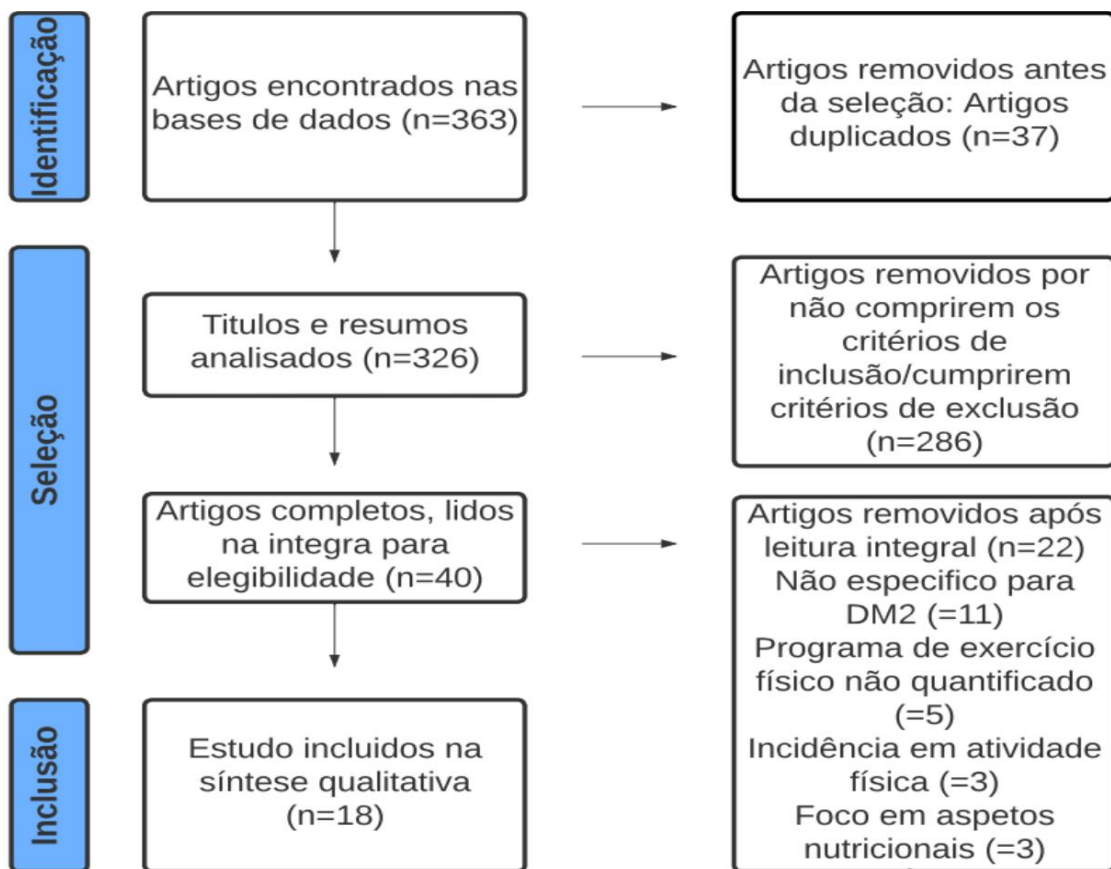


Figura 1 Diagrama PRISMA do processo de seleção dos estudos

Foram extraídos os dados relevantes de cada estudo (autor, título, ano de publicação, revista, tipo de estudo, objetivos e outcomes) que se encontram em anexo.

O risco de viés dos estudos randomizados foi avaliado através da “Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (Rob2)(29), presente na tabela 3. Neste tipo de estudos, o viés pode estar presente no processo de aleatorização, no desvio das intervenções pretendidas, na ocultação de resultados, na medição de resultados ou no relato seletivo de resultados. Todos os estudos randomizados selecionados nesta revisão sistemática apresentam risco de viés baixo para o processo de aleatorização e para o desvio das intervenções pretendidas. Em relação à ocultação de resultados, Vargas-ortiz K, et al é o único estudo com risco de viés incerto. Já na medição de resultados, Eaglehouse YL, et al, Ortega JF et al e Yavari A, et al apresentam risco de viés incerto. Por fim, no relato seletivo de resultados, Malin SK, et al é o único estudo com viés incerto.

Tabela 3 Avaliação do risco de viés para os estudos randomizados. (Verde – baixo risco; Vermelho – risco

	Eaglehouse YL, 2017	Malin SK, 2012	Ortega JF, 2020	Vargas-ortiz K, 2020	Winding KM, 2018	Yavari A, 2012
Processo de Aleatorização	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desvio das Intervenções Pretendidas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ocultação de Resultados	✓	✓	✓	?	✓	✓
Medição de Resultados	?	✓	?	✓	✓	?
Relato Seletivo de Resultados	✓	?	✓	✓	✓	✓

A qualidade dos estudos não randomizados foi avaliada usando a “NewcastleOttawa Quality Assesment Scale”(30), disponível na tabela 4. A qualidade dos estudos não randomizados é avaliada em três categorias: seleção, comparabilidade e resultado. A primeira avalia a representatividade do grupo exposto, seleção do grupo não exposto, verificação da exposição e demonstração que o outcome de interesse não estava presente

no início do estudo. A segunda avalia a comparabilidade dos grupos com base no desenho ou análise. A terceira e última categoria, o resultado, consiste na avaliação da verificação do resultado, tempo de seguimento com duração suficiente para o resultado ocorrer e no seguimento adequado dos grupos. Os estudos não randomizados selecionados nesta revisão sistemática, depois da avaliação das três categorias, tiveram avaliações finais entre 7 e 9 estrelas em 9 possíveis.

Tabela 4 Avaliação da qualidade dos estudos não randomizados

		Amanat S, 2020	Dela F, 2014	Dunkley, AJ, 2012	Eaton SB, 2017	Jelleyman C, 2015
Seleção	Representatividade do grupo exposto	★	★	★		★
	Seleção do grupo não exposto	★	★	★	★	★
	Verificação da exposição	★	★	★	★	★
	Demonstração que o outcome de interesse não estava presente no início do estudo			★	★	★
Comparabilidade	Comparabilidade dos grupos com base no desenho ou análise	★ ★	★ ★	★	★	★
Resultado	Verificação do Resultado	★	★	★	★	★
	Tempo de seguimento com duração suficiente para o resultado ocorrer	★		★	★	★
	Seguimento adequado dos grupos	★	★		★	★
Estrelas Totais		8/9	7/9	7/9	7/9	8/9

Tabela 4 Avaliação da qualidade dos estudos não randomizados (cont.)

		Mann S, 2014	Melmer A, 2018	Riddel MC, 2013	Roberts CK, 2013	Roque F, 2013	Strasser B, 2013	Zanuso S, 2017
Seleção	Representatividade do grupo exposto	★	★	★	★	★	★	★
	Seleção do grupo não exposto	★	★	★	★	★	★	★
	Verificação da exposição	★	★	★	★	★	★	★
	Demonstração que o outcome de interesse não estava presente no início do estudo	★	★	★	★	★	★	★
Comparabilidade	Comparabilidade dos grupos com base no desenho ou análise	★ ★	★	★	★	★	★ ★	★
Resultado	Verificação do Resultado	★	★	★	★	★	★	★
	Tempo de seguimento com duração suficiente para o resultado ocorrer	★	★	★	★		★	★
	Seguimento adequado dos grupos		★	★	★	★	★	★
Estrelas Totais		8/9	8/9	8/9	8/9	7/9	9/9	8/9

5. RESULTADOS

Todos os estudos incluídos nesta revisão sistemática demonstram o papel benéfico do exercício físico na prevenção e/ou no tratamento da DM2.

O exercício físico é uma das formas mais eficazes de prevenir a DM2. Um estudo realizado por Amanat S. et al(31) concluiu que o exercício físico tem benefícios clínicos entre os quais a melhoria da sensibilidade à insulina e a redução da HbA1c. Também Roque F. et al(32) afirmam que a prática de exercício físico de intensidade baixa a moderada induz benefícios nas doenças metabólicas, em particular na DM2, nas complicações CV e na melhoria do perfil lipídico. O exercício físico tem efeitos positivos nas alterações vasculares provocadas por esta doença e comorbilidades associadas. Os artigos analisados na revisão de Riddell MC. et al(33) suportam a ideia de que o exercício físico é a melhor intervenção para os doentes em risco de desenvolver DM2 e para os que já têm o diagnóstico confirmado desta doença.

Dela F. et al(34), Dunkley AJ. et al(35) e Zanuso S. et al(36) procuraram explicar os mecanismos por detrás das intervenções de exercício físico na prevenção e tratamento da DM2. As principais conclusões destes estudos são a existência de um aumento do efeito hipoglicemiante da insulina após o exercício físico que alivia o stress das células β -pancreáticas remanescentes. As principais adaptações ao exercício físico incluem uma capacidade oxidativa derivada do exercício aeróbio, em adição ao remodelling neuromuscular derivado do treino de força. Tanto o exercício aeróbio como o treino de força são capazes de melhorar a sensibilidade à insulina e de reduzir o risco de complicações CV.

A obesidade está intimamente relacionada com o desenvolvimento de DM2, doentes com excesso de peso têm mais probabilidade de vir a desenvolver a doença. Por isso, Eaton SB. et al(37), que tinham como objetivo avaliar a importância da inatividade física e da obesidade na DM2, concluíram que o exercício físico e o controlo de peso são essenciais para a prevenção da DM2. Melmer A. et al(38) concluíram que os doentes com DM2 devem participar em programas de exercício físico regular de forma a atingirem e a manterem o controlo glicémico como forma de tratamento para a sua doença.

Vários estudos incluídos neste trabalho tiveram como objetivo estudar os efeitos das várias modalidades de exercício físico na prevenção e gestão da DM2 e das suas comorbilidades mais frequentes. Um dos estudos foi realizado por Mann S. et al(39) onde se concluiu que quando combinados os exercícios aeróbios e de força verifica-se o maior

efeito em relação à melhoria da sensibilidade à insulina. Yavari A. et al(40) chegaram à conclusão de que ambas as modalidades de exercício físico são eficazes no tratamento da DM2. No entanto, é na sua combinação que se verificam os melhores efeitos. Roberts CK. et al(41) também sugerem que as modalidades de exercício físico que incluem exercício aeróbico, treino de força e exercício combinado têm papéis importantes na prevenção e controlo da resistência à insulina e têm o potencial de prevenir a DM2.

Alguns artigos focaram-se nos efeitos de uma modalidade em específico. Jolleyman C. et al(42) e Winding KM. et al(43) pretenderam quantificar os efeitos do HIIT nos marcadores da regulação da glicose e da resistência à insulina, enquanto Strasser B. et al(44) focaram-se nos efeitos do treino de força.

Winging et al(45) concluíram que apesar de um menor volume de treino, o HIIT resultou em melhorias similares na composição corporal e controlo glicémico quando comparado com o exercício contínuo. Assim, o HIIT parece ser uma estratégia tempo eficiente para indivíduos com DM2. Segundo Jolleyman C. et al, o HIIT apresentou uma redução peso corporal de 1,3kg, de resistência à insulina e diminuição de 0,19% da HbA1c em comparação com o grupo de controlo. Por isso, o HIIT mostrou-se efetivo na melhoria da saúde metabólica, particularmente naqueles em risco ou com DM2.

Em relação ao treino de força, o artigo de revisão realizado por Strasser B. et al, *“Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms”*(44) relata um estudo onde foram observados mais de 32000 homens durante um período de 18 anos onde concluiu que os indivíduos que realizavam exercício de força durante mais de 150 minutos por semana mostravam uma redução de 34% do risco de DM2 e aqueles com um índice de massa corporal (IMC) igual ou superior a 30, com a mesma frequência de treino, mostraram uma redução de 60% do risco de DM2.

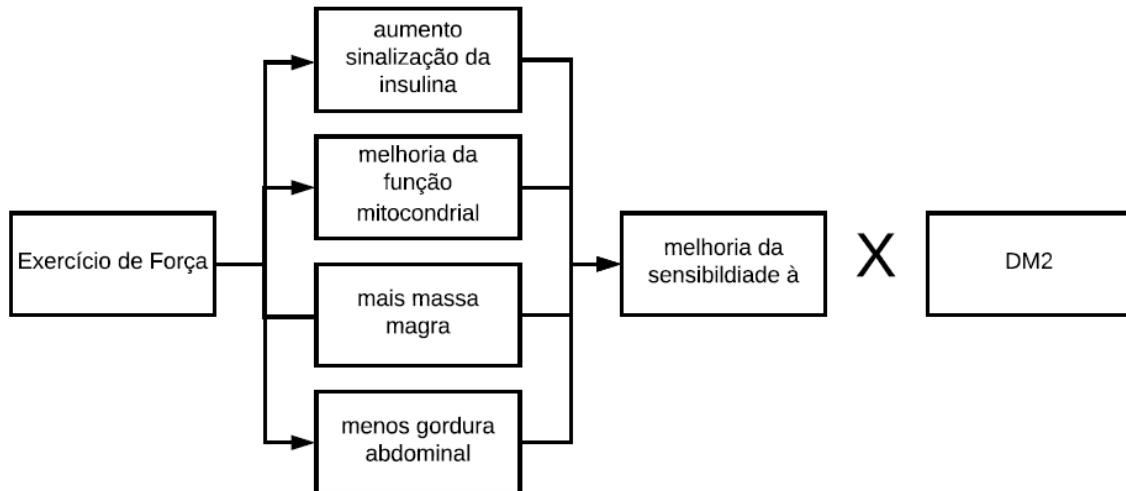


Figura 2 Efeito do exercício de força na prevenção da DM2 . Adaptado de Strasser B. et al, “Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms”

Em comparação com o exercício aeróbio, o treino de força, em especial o treino de força progressivo de alta intensidade é uma opção mais segura para os doentes idosos e inativos, além de poder ser realizado na residência do doente de forma a atingir mais facilmente as metas do treino.

Os resultados desta revisão sistemática mostram que o exercício físico aumenta consideravelmente a sensibilidade à insulina em homens e mulheres pré-diabéticos(46) e diminui os picos glicêmicos às 72h, conduzindo a um menor risco de complicações CV.

6. DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão sistemática vão ao encontro da literatura existente que sugere que a prática de exercício físico tem um impacto significativo na prevenção e tratamento da DM2. O exercício físico, quer aeróbio quer de força ou a combinação de ambos, mostrou-se eficaz na redução da incidência de DM2 em indivíduos em risco(36,39) e uma diminuição da incidência de comorbilidades associadas à DM2 em doentes já diagnosticados, em concordância com a American Diabetes Association(6)

Esta revisão sistemática também mostrou que a prática de exercício físico complementa o tratamento e a gestão das comorbilidades CV (cada vez mais frequentes) da DM2. O exercício pode melhorar o controlo glicémico, diminuir a resistência à insulina e melhorar a saúde CV em doentes diagnosticados com esta doença(16). As intervenções de exercício físico também se mostraram eficazes na melhoria de fatores de risco cardio-metabólicos tais como pressão arterial, perfil lipídico e composição corporal nestes doentes.(16,31)

O excesso de peso e a obesidade estão fortemente relacionados com o desenvolvimento de DM2.(11,37,38) Por isso, o exercício físico é uma ferramenta importante para o controlo de peso que, por sua vez, é importante no controlo glicémico destes doentes.(13)

O tipo, duração e intensidade das intervenções de exercício físico variam amplamente entre os artigos que compõem esta revisão sistemática. Cada tipo de exercício físico tem as suas particularidades e deve ser, sempre que possível, ajustado ao doente.

O HIIT mostra-se ser uma opção tempo efetiva na redução do risco de desenvolver DM2(25,41,43). No entanto, aquele que apresentou ser mais eficaz na prevenção e tratamento da DM2 é o exercício físico combinado(40), o que vai de acordo com Sigal RJ, et al(26) que afirma que é na conjugação entre o exercício físico aeróbio e o treino de força que se encontram os maiores benefícios no que respeita ao controlo glicémico e, por consequência, na gestão da DM2.

O exercício físico é capaz de provocar alterações epigenéticas, metabólicas e musculares. As principais adaptações incluem a capacidade oxidativa melhorada derivada do exercício aeróbio, o remodelling neuromuscular derivado do treino de força(36), o aumento da translocação do recetor GLUT-4 no musculo esquelético e o aumento do gasto energético no pós treino.(24,44)

Há evidência científica que o exercício de intensidade moderada, praticado regularmente, tem benefícios na prevenção e tratamento da DM2(32) o que sublinha a importância de encorajar as pessoas em risco de desenvolver a doença a aderir ao exercício físico como uma intervenção de estilo de vida. A adesão dos indivíduos às intervenções de estilos de vida é importante na prevenção e tratamento desta doença devido ao impacto benéfico no controlo glicémico, na sensibilidade à insulina e no perfil lipídico.(47,48)

7. CONCLUSÃO

Após a revisão sistemática realizada, podemos concluir que o exercício físico, em todas as suas modalidades, é benéfico para todos os doentes em risco ou já diagnosticados com DM2.

Os doentes com DM2 conseguem prevenir as complicações mais comuns da doença, nomeadamente, as complicações CV. Estas são a causa mais frequente de morte entre aqueles diagnosticados com DM2.

O exercício físico mostra-se como uma estratégia eficaz na gestão da DM2. A sua prática regular pode melhorar o controlo glicémico, sensibilidade à insulina e pressão arterial nesta população.

A prescrição de exercício físico em indivíduos com DM2 é dependente de vários fatores como a idade, comorbilidades, nível físico e preferências pessoais. Por isso, os programas de exercício físico devem ser individualizados e direcionados para ir ao encontro das necessidades específicas e objetivos de cada indivíduo.

O treino de força e o HIIT podem ser particularmente benéficos na melhoria do controlo glicémico e sensibilidade à insulina em doentes com DM2.

As intervenções relacionadas com o exercício físico devem ser acompanhadas de educação do doente e supervisionadas de forma a maximizar os benefícios da promoção de um estilo de vida mais saudável.

O exercício físico deve ser considerado uma componente chave na gestão da DM2 e os profissionais de saúde devem encorajar e apoiar estes indivíduos para iniciarem medidas que melhorem a gestão da sua saúde.

As principais limitações à realização desta revisão sistemática relacionam-se com a heterogeneidade do desenho dos estudos e de parâmetros avaliados, assim como o tempo de seguimento das intervenções estudadas. Além disso, existiu dificuldade na avaliação do viés, devido à necessidade, em múltiplos estudos, de recorrer a autorrelatos dos indivíduos estudados durante as intervenções, por falta de equipamento que quantifique quantitativamente e qualitativamente o exercício físico realizado pelos mesmos. Algumas linhas de orientação para trabalhos futuros passam por investigar estratégias que promovam a adesão a longo termo a intervenções de exercício físico em doentes com DM2, tais como o uso de tecnologias digitais, suporte social e intervenções

comportamentais. Além destas, é importante estudar e ajustar a prescrição ideal de exercício físico para diferentes subgrupos de indivíduos com DM2, tendo em conta a sua idade e as suas possíveis comorbilidades.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Onitilo AA, Stankowski R v, Berg RL, Engel JM, Glurich I, Williams GM, et al. Type 2 diabetes mellitus, glycemic control, and cancer risk. *EUROPEAN JOURNAL OF CANCER PREVENTION*. Março de 2014;23(2):134–40.
2. Roglic G, World Health Organization. Global report on diabetes. 86 p.
3. Cersosimo E, Triplitt C, Mandarino LJ. *PATHOGENESIS OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS*. 2015.
4. Franz MJ, Bantle JP, Beeb CA, Brunzell JD, Chiasson JL, Garg A, et al. Nutrition principles and recommendations in diabetes. *Diabetes Care* [Internet]. 2004 [citado 30 de Março de 2023];27 Suppl 1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14693924/>
5. Leite SA, Monk AM, Upham PA, Bergenstal RM, Bergenstal RM. Low cardiorespiratory fitness in people at risk for type 2 diabetes: early marker for insulin resistance. *Diabetol Metab Syndr* [Internet]. 21 de Setembro de 2009 [citado 30 de Março de 2023];1(1):8. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19825145>
6. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes. *Diabetes Care* [Internet]. Janeiro de 2017 [citado 30 de Março de 2023];40(Suppl 1):S11–24. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27979889>
7. Baynest HW. Classification, Pathophysiology, Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *J Diabetes Metab*. 2015;06(05).
8. Mahler RJ, Adler ML. Clinical review 102: Type 2 diabetes mellitus: update on diagnosis, pathophysiology, and treatment. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 1999 [citado 30 de Março de 2023];84(4). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10199747/>
9. Hardy OT, Czech MP, Corvera S. What causes the insulin resistance underlying obesity? *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* [Internet]. 2012 [citado 30 de Março de 2023];19(2). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22327367/>

10. Lackland DT, Voeks JH. Metabolic Syndrome and Hypertension: Regular Exercise as Part of Lifestyle Management. *Curr Hypertens Rep*. Novembro de 2014;16(11).
11. Yaturu S. Obesity and type 2 diabetes. *J Diabetes Mellitus* [Internet]. 2011 [citado 30 de Março de 2023];01(04):79–95. Disponível em: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/jdm.2011.14012>
12. Bosevski M, Stojanovska L, Apostolopoulos V. Inflammatory biomarkers: impact for diabetes and diabetic vascular disease. *Acta Biochim Biophys Sin (Shanghai)* [Internet]. Dezembro de 2015 [citado 30 de Março de 2023];47(12):1029–31. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26511092>
13. Virtanen KA, Lonnroth P, Parkkola R, Peltoniemi P, Asola M, Viljanen T, et al. Glucose uptake and perfusion in subcutaneous and visceral adipose tissue during insulin stimulation in nonobese and obese humans. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2002 [citado 30 de Março de 2023];87(8). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12161530/>
14. Gerich JE. Type 2 diabetes mellitus is associated with multiple cardiometabolic risk factors. *Clin Cornerstone* [Internet]. 2007 [citado 30 de Março de 2023];8(3):53–68. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18452842>
15. Colberg SR. Key Points from the Updated Guidelines on Exercise and Diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2017 [citado 30 de Março de 2023];8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5317029/>
16. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MAF, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. Vol. 15, *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2012. p. 25–31.
17. Hoskin MA, Bray GA, Hattaway K, Khare-Ranade PA, Pomeroy J, Semler LN, et al. Prevention of Diabetes Through Lifestyle Intervention: Lessons Learned from the Diabetes Prevention Program and Outcomes Study and its Translation to Practice. *Curr Nutr Rep* [Internet]. 19 de Dezembro de 2014 [citado 30 de Março

- de 2023];3(4):364–78. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s13668-014-0094-2>
18. Zurlo F, Larson K, Bogardus C, Ravussin E. Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *J Clin Invest* [Internet]. Novembro de 1990 [citado 30 de Março de 2023];86(5):1423–7. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2243122>
 19. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetol* [Internet]. 2010 [citado 30 de Março de 2023];47(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19495557/>
 20. Howley ET. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. Junho de 2001 [citado 30 de Março de 2023];33(6 Suppl):S364-9; discussion S419-20. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11427761>
 21. Mendes R, Sousa N, Almeida A, Subtil P, Guedes-Marques F, Reis VM, et al. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes—a synthesis of international recommendations: narrative review: Table 1. *Br J Sports Med* [Internet]. Novembro de 2016 [citado 26 de Junho de 2023];50(22):1379–81. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-094895>
 22. Liu Y, Ye W, Chen Q, Zhang Y, Kuo CH, Korivi M. Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 7 de Janeiro de 2019 [citado 30 de Março de 2023];16(1):140. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/1/140>
 23. Roden M. Exercise in type 2 diabetes: to resist or to endure? *Diabetologia* [Internet]. 2012 [citado 30 de Março de 2023];55(5). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22391950/>
 24. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JFP, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes* [Internet].

- Fevereiro de 2004 [citado 30 de Março de 2023];53(2):294–305. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14747278>
25. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* [Internet]. 2016 [citado 30 de Março de 2023];39(11). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27926890/>
 26. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* [Internet]. 18 de Setembro de 2007 [citado 30 de Março de 2023];147(6):357–69. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17876019>
 27. Munn Z, Stern C, Aromataris E, Lockwood C, Jordan Z. What kind of systematic review should I conduct? A proposed typology and guidance for systematic reviewers in the medical and health sciences. *BMC Med Res Methodol* [Internet]. 10 de Dezembro de 2018 [citado 1 de Abril de 2023];18(1):5. Disponível em: <https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-017-0468-4>
 28. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [Internet]. 29 de Março de 2021 [citado 1 de Abril de 2023];372. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>
 29. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* [Internet]. 28 de Agosto de 2019 [citado 30 de Abril de 2023];366:l4898. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31462531>
 30. Wells GASB, OD et al. TNO scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in meta analyses. O 2009. appb-fm4.
 31. Amanat S, Ghahri S, Dianatinasab A, Fararouei M, Dianatinasab M. Exercise and Type 2 Diabetes. *Adv Exp Med Biol* [Internet]. 2020 [citado 5 de Dezembro de

- 2022];1228:91–105. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-981-15-1792-1_6
32. Roque FR, Hernanz R, Salaices M, Briones AM. Exercise training and cardiometabolic diseases: Focus on the vascular system. *Curr Hypertens Rep*. Junho de 2013;15(3):204–14.
 33. Riddell MC, Miadovnik L, Simms M, Li B, Zisser H. Advances in Exercise, Physical Activity, and Diabetes Mellitus. *Diabetes Technol Ther* [Internet]. 26 de Fevereiro de 2013 [citado 5 de Abril de 2023];15(S1):S-96-S-106. Disponível em: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/dia.2013.1511>
 34. Dela F, Prats C, Helge JW. Exercise interventions to prevent and manage type 2 diabetes: physiological mechanisms. *Med Sport Sci*. 2014;60:36–47.
 35. Dunkley AJ, Charles K, Gray LJ, Camosso-Stefinovic J, Davies MJ, Khunti K. Effectiveness of interventions for reducing diabetes and cardiovascular disease risk in people with metabolic syndrome: Systematic review and mixed treatment comparison meta-analysis. *Diabetes Obes Metab*. 2012;14(7):616–25.
 36. Zanuso S, Sacchetti M, Sundberg CJ, Orlando G, Benvenuti P, Balducci S. Exercise in type 2 diabetes: Genetic, metabolic and neuromuscular adaptations. A review of the evidence. *Br J Sports Med*. 1 de Novembro de 2017;51(21):1533–8.
 37. Eaton SB, Eaton SB. Physical Inactivity, Obesity, and Type 2 Diabetes: An Evolutionary Perspective. *Res Q Exerc Sport*. 2 de Janeiro de 2017;88(1):1–8.
 38. Melmer A, Kempf P, Laimer M. The Role of Physical Exercise in Obesity and Diabetes. *Praxis* [Internet]. Agosto de 2018 [citado 5 de Dezembro de 2022];107(17–18):971–6. Disponível em: <https://econtent.hogrefe.com/doi/10.1024/1661-8157/a003065>
 39. Mann S, Beedie C, Balducci S, Zanuso S, Allgrove J, Bertiato F, et al. Changes in insulin sensitivity in response to different modalities of exercise: A review of the evidence. *Diabetes Metab Res Rev*. 2014;30(4):257–68.
 40. Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasser M. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2. *Biol Sport*. 2012;29(2):135–43.

41. Roberts CK, Little JP, Thyfault JP. Modification of insulin sensitivity and glycemic control by activity and exercise. *Med Sci Sports Exerc.* Outubro de 2013;45(10):1868–77.
42. Jelleyman C, Yates T, O’Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev* [Internet]. Novembro de 2015 [citado 5 de Dezembro de 2022];16(11):942–61. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/obr.12317>
43. Winding KM, Munch GW, Iepsen UW, Van Hall G, Pedersen BK, Mortensen SP. The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* [Internet]. Maio de 2018 [citado 5 de Dezembro de 2022];20(5):1131–9. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dom.13198>
44. Strasser B, Pesta D. Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms. *Biomed Res Int* [Internet]. 2013 [citado 5 de Dezembro de 2022];2013:1–8. Disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/805217/>
45. Winding KM, Munch GW, Iepsen UW, van Hall G, Pedersen BK, Mortensen SP. The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* [Internet]. Maio de 2018 [citado 6 de Outubro de 2022];20(5):1131–9. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dom.13198>
46. Malin SK, Gerber R, Chipkin SR, Braun B. Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes. *Diabetes Care.* Janeiro de 2012;35(1):131–6.
47. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* [Internet]. 18 de Julho de 1991 [citado 31 de Março de 2023];325(3):147–52. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2052059>

48. Eaglehouse YL, Venditti EM, Kramer MK, Arena VC, Vanderwood KK, Rockette-Wagner B, et al. Factors related to lifestyle goal achievement in a diabetes prevention program dissemination study. *Transl Behav Med.* 1 de Dezembro de 2017;7(4):873–80.

9. APÊNDICE

Apêndice 1 – Quadro-resumo dos artigos selecionados

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Amanat S. et al	Exercise and type 2 Diabetes	Advances in experimental medicine and biology	2020	Artigo de revisão	Discutir o efeito do exercício físico na prevenção da DM2 e o seu papel nas complicações mais comuns da DM2.	O exercício físico tem benefícios clínicos tais como uma melhoria da sensibilidade à insulina, redução da HbA1c e aumenta o pico máximo de oxigénio consumido (VO ₂ max) o que se mostra uma medida preventiva para o desenvolvimento de DM2.
Dela F,et al	Exercise interventions to prevent and manage type 2 diabetes: physiological mechanisms	Medicine and sport science	2014	Artigo de revisão	Explicar os mecanismos por detrás das intervenções de exercício físico na prevenção e tratamento da DM2	Existe um aumento na ação da insulina após o exercício físico que alivia o stress das células b-pancreáticas remanescentes.

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Dunkley AJ, et al	Effectiveness of interventions for reducing diabetes and cardiovascular disease risk in people with metabolic syndrome: Systematic review and mixed treatment comparison meta-analysis	Diabetes, Obesity and Metabolism	2012	Revisão sistemática	Rever a evidencia nas intervenções para reverter síndrome metabólica ou prevenir o desenvolvimento da DM2 e doença CV em pessoas com síndrome metabólica.	Ambas as intervenções de estilo de vida, nas quais se inclui o exercício físico, e intervenções farmacológicas podem reverter a síndrome metabólica.
Eaglehouse YL, et al	Factors related to lifestyle goal achievement in a diabetes prevention program dissemination study	Translational Behavioral Medicine	2017	Randomized controlled trial	Examinar fatores associados com a perda de peso e exercício físico numa intervenção de 12 meses da Diabetes Prevention Program	Participantes que atingem os objetivos da intervenção de estilo de vida aos 6 meses vão mais às consultas de seguimento e têm mais comportamentos de auto monitorização do que aqueles que não atingem os objetivos.
Eaton SB, et al	Physical Inactivity, Obesity, and Type 2 Diabetes: Na Evolutionary Perspective	Research Quarterly for Exercise and Sport	2017	Artigo de revisão	Avaliar a importância da inatividade física e da obesidade na DM2	O exercício físico e o controlo de peso são essenciais para a prevenção da DM2.

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Jelleyman C,et al	The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis	Obesity reviews : na official journal of the International Association for the Study of Obesity	2015	Meta-analise	Quantificar os efeitos do HIIT nos marcadores da regulação da glicose e resistência à insulina.	Em comparação com o grupo de controlo, o HIIT apresentou uma redução à resistência à insulina. Comparado com o controlo a HbA1c diminuiu 0,19% e o peso corporal diminuiu 1,3kg. O HIIT mostrou-se efetivo na melhoria da saúde metabólica, particularmente naqueles em risco ou com DM2.
Malin SK,et al	Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes	Diabetes Care	2012	Randomized controlled trial	Avaliar os efeitos do exercício físico em combinação com a metformina na sensibilidade à insulina em doentes com pré-diabetes em comparação com cada tratamento isolado.	Todas as intervenções envolvendo exercício físico e metformina melhoraram a sensibilidade à insulina em comparação com o grupo de controlo.

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos seleccionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Mann S,et al	Changes in insulin sensitivity in response to different modalities of exercise: A review of the evidence	Diabetes/Metabolism Research and Reviews	2014	Artigo de revisão	Rever a evidencia dos efeitos do exercício aeróbio, treino de força e ambos combinados no controlo glicémico e na sensibilidade à insulina	Quando combinados os exercícios aeróbios e de força verifica-se o maior efeito em relação à melhoria da sensibilidade à insulina.
Melmer A,et al	The Role of Physical Exercise in Obesity and Diabetes	Praxis	2018	Artigo de revisão	Discutir o papel do exercício físico na obesidade e na DM2	Todos os doentes com DM2 devem participar em programas de exercício físico regular de forma a atingir e manter o controlo glicémico como forma de tratamento para a sua doença.
Ortega JF,et al	Exercise improves metformin 72-h glucose control by reducing the frequency of hyperglycemic peaks	Acta Diabetologica	2020	Randomized controlled trial	Determinar os efeitos combinados e em separado da metformina e exercício na sensibilidade à insulina em doentes obesos e pré-diabéticos ou com DM2.	Exercício aeróbio intenso em doentes com DM2 ou pré-diabetes sob tratamento com a metformina reduz picos glicémicos às 72h. Isto ajuda a prevenir complicações CV associadas a DM2.

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivos	Outcomes
Riddell MC. et al	Advances in Exercise, Physical Activity, and Diabetes Mellitus	Diabetes technology and therapeutics	2013	Artigo de revisão	Revisão sobre artigos relacionados com o exercício físico, atividade física e diabetes	O exercício físico mostrou-se a melhor intervenção para pessoas com tolerância à glicose alterada e para os doentes com DM2
Roberts CK,et al	Modification of insulin sensitivity and glycemic control by activity and exercise	Medicine and Science in Sports and Exercise	2013	Artigo de revisão	Rever o papel do exercício físico na modulação da sensibilidade à insulina e controlo glicémico	Atividade física regular, exercício aeróbio, HIIT e treino de força têm papeis importantes na prevenção e controlo da resistência à insulina e têm o potencial de prevenir DM2

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Roque F. et al	Exercise training and cardiometabolic diseases: Focus on the vascular system	Current Hypertension Reports	2013	Artigo de revisão	Atualizar descobertas recentes sobre a resposta adaptativa induzida pelo exercício físico em doenças metabólicas e CV	A prática de exercício físico de intensidade baixa a moderada induz benefícios nas doenças metabólicas e CV. Além de melhorar o perfil lipídico, o exercício físico também tem efeitos positivos nas alterações vasculares associadas a doenças metabólicas e CV.
Strasser B,et al	Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms	BioMed Research International	2013	Artigo de revisão	Rever dados sobre o impacto do treino de força no metabolismo da glicose	Algumas das adaptações benéficas do treino de força incluem o aumento da translocação do recetor GLUT4 no musculo esquelético, aumento da sensibilidade à insulina e aumento do gasto energético no pós treino.

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Vargas-Ortiz K, et al	Effect of a family and interdisciplinary intervention to prevent T2D: Randomized clinical trial	BMC Public Health	2020	Randomized controlled trial	Comparar o impacto da intervenção interdisciplinar familiar e a intervenção individual no metabolismo da glicose, resistência à insulina, função das células pancreáticas e risco CV em doentes com pré-diabetes.	A intervenção familiar foi mais eficaz na melhoria da glicemia, sensibilidade à insulina e perfil lipídico em comparação com aqueles cuja intervenção foi exclusivamente individual.
Winding KM, et al	The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes	Diabetes, Obesity and Metabolism	2018	Randomized controlled trial	Avaliar se o HIIT pode ser igualmente eficaz ao treino de resistência no controlo glicémico e composição corporal em indivíduos com DM2.	Apesar de uma redução de 45% do volume de treino, o HIIT resultou em melhorias similares na composição corporal e controlo glicémico em comparação com o grupo de controlo. Deste modo, o HIIT mostrou-se uma intervenção tempo-eficiente para o tratamento de doentes com DM2.

Apêndice 1- Quadro-resumo dos artigos selecionados (cont.)

Autor	Título	Revista	Ano	Tipo de estudo	Objetivo	Outcomes
Yavari A. et al	Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 Diabetes.	Biology of Sport	2012	Randomized controlled trial	Estudo sobre os efeitos do exercício físico aeróbio, de força ou combinado e fatores de risco CV em doentes com DM2.	Ambas as modalidades de exercício físico são eficazes no tratamento da DM2. No entanto, é na sua combinação que se verificam os melhores efeitos.
Zanuso S,et al	Exercise in type 2 diabetes: Genetic, metabolic and neuromuscular adaptations. A review of the evidence	British Journal of Sports Medicine	2017	Artigo de revisão	Providenciar conhecimento sobre adaptações genéticas, metabólicas e musculares na DM2.	As principais adaptações incluem uma capacidade oxidativa derivada do exercício aeróbio, em adição ao remodelling neuromuscular derivado do treino de força. Ambas as modalidades de exercício melhoram a sensibilidade à insulina e reduzem o risco CV.