



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PÓS-GRADUAÇÃO EM ATENÇÃO E ESTUDO CLÍNICO NO DIABETES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ATENÇÃO E ESTUDO CLÍNICO NO DIABETES

ANDRESSA KAROLINE PINTO DE LIMA RIBEIRO

CONSTRUÇÃO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA O
ATENDIMENTO A PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO
RÁPIDA

BELÉM

2022

ANDRESSA KAROLINE PINTO DE LIMA RIBEIRO

**CONSTRUÇÃO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA O
ATENDIMENTO A PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO
RÁPIDA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Atenção e Estudo Clínico no Diabetes - PPGDiabetes, da Universidade Federal do Pará - UFPA, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Atenção e Estudo Clínico no Diabetes.

Linha de pesquisa: Prevenção e qualidade de vida no Diabetes.

Orientadora: Profa. Dra. Natali Valim Oliver Bento Torres.

BELÉM-PARÁ

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

R484c Ribeiro, Andressa Karoline Pinto de Lima.
CONSTRUÇÃO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS
FÍSICOS PARA O ATENDIMENTO A PESSOAS COM
DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO RÁPIDA / Andressa
Karoline Pinto de Lima Ribeiro, Natáli Valim Oliver Bento-Torres
. — 2022.
110 f. : il. color.

Orientador(a): Profª. Dra. Natáli Valim Oliver Bento-torres
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em
Atenção e Estudo Clínico da Diabetes, Belém, 2022.

1. Diabetes mellitus tipo 2. 2. Exercício Físico. 3.
Educação em Saúde. 4. Reabilitação. 5. Fisioterapia. I. Título.

CDD 616.462

RESUMO

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é responsável por 90-95% de todos os casos de diabetes. Essa forma abrange indivíduos com deficiência relativa de insulina e resistência periférica à insulina. O exercício físico é uma eficiente estratégia terapêutica para o tratamento de pessoas com DM2 por contribuir para o controle glicêmico, assim como por reduzir fatores de risco cardiovasculares, aumentar a aptidão física, contribuir para controle do peso corporal e melhora da qualidade de vida das pessoas. **Objetivo:** Formular um protocolo de exercícios físicos direcionado a profissionais da saúde para o tratamento e manutenção do controle glicêmico de adultos com Diabetes Mellitus tipo 2. **Metodologia:** O estudo consiste na elaboração do protocolo a partir de uma revisão rápida de literatura em busca de estudos que investigaram os efeitos de exercícios físicos sobre o controle glicêmico de adultos com Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) para analisar quais os parâmetros do exercício (modalidade, frequência, volume, intensidade, intervalo e progressão) são recomendados para alcançar melhor controle glicêmico na população de interesse. Adotou-se a estratégia PICOT para elaboração dos critérios de inclusão dos estudos e o protocolo PRISMA para a redação do manuscrito. Foram utilizadas as bases de dados PubMed e LILACS. O processo de seleção dos estudos ocorreu através de 4 etapas: identificação, seleção por título e resumo, avaliação de elegibilidade e inclusão. Duas autoras extraíram independentemente os dados sobre população, intervenção e resultado de cada estudo, e as informações extraídas foram organizadas em quadros. A qualidade metodológica de cada estudo foi analisada com base na escala PEDro (PROSPERO - CRD 42021262614). **Resultados:** De um total de 1152 artigos, 17 estudos preencheram os critérios de inclusão e foram analisados. O total de 1.141 (745 em grupos de exercícios e 396 em grupos de controle sedentário) pessoas com DM2 foram incluídas. Quanto ao tipo de estudo 15 (88,2%) eram ensaios clínicos randomizados e 2 (11,8%) eram ensaios clínicos não randomizados. A idade dos pacientes variou de 45,6 a 61,7 anos. O tempo médio de intervenção foi de 17 semanas, variando entre 9 e 48 semanas. Seis estudos 35,3% relataram não ter ocorrido nenhum evento adverso durante a intervenção, dois (11,8%) relataram algum evento e nove (52,9%) não apresentaram nenhuma informação. O embasamento teórico obtido a partir da revisão rápida e de outros estudos, embasaram a construção de um protocolo de orientação para profissionais acerca do exercício físico como tratamento da DM2 e manejo do controle glicêmico. Foram elaborados os seguintes elementos: quadros de conceitos, fluxogramas e textos explicativos construídos com linguagem objetiva e de fácil compreensão como ferramentas didáticas a fim de auxiliar na rotina ambulatorial de profissionais responsáveis pela prescrição de exercícios no manejo dos pacientes atendidos em todos os níveis de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS). **Discussão:** Os treinamentos aeróbico, resistido e combinado estão associados a diminuições da HbA1c, glicemia de jejum ou glicemia pós prandial. porém os treinamentos combinados devem ser priorizados, pois aparentam ter efeitos maiores sobre o controle glicêmico do que os de qualquer método sozinho. **Conclusão:** O protocolo criado a partir desta revisão visa ofertar aos profissionais atuantes nos diversos níveis de atenção em saúde do SUS, informações atualizadas, objetivas, apresentadas de forma didática sobre o exercício físico como forma de tratamento do DM2. Recomenda-se que os protocolos de exercícios físicos incluam exercícios resistidos e aeróbicos, pois seus efeitos são maiores sobre o controle glicêmico do que os de qualquer método sozinho. **Palavras-chave:** Diabetes mellitus tipo 2. Exercício Físico. Educação em Saúde. Reabilitação. Fisioterapia. Qualidade de vida.

ABSTRACT

Type 2 Diabetes Mellitus (DM2) accounts for 90-95% of all diabetes cases. This form covers individuals with relative insulin deficiency and peripheral insulin resistance. Physical exercise is an efficient therapeutic strategy for the treatment of people with DM2 as it contributes to glycemic control, as well as reducing cardiovascular risk factors, increasing physical fitness, contributing to body weight control and improving people's quality of life. **Objective:** Formulate a physical exercise protocol aimed at health professionals for the treatment and maintenance of glycemic control of adults with type 2 Diabetes Mellitus. **Methodology:** The study consists in the elaboration of the protocol from a rapid review in search of studies who investigated the effects of physical exercise on the glycemic control of adults with type 2 Diabetes Mellitus (DM2) to analyze which exercise parameters (modality, frequency, volume, intensity, interval and progression) are recommended to achieve better glycemic control in the population of interest. The PICOT strategy was adopted for the elaboration of the inclusion criteria of the studies and the PRISMA protocol for the writing of the manuscript. PubMed and LILACS databases were used. The study selection process took place through 4 steps: identification, selection by title and abstract, eligibility assessment and inclusion. Two authors independently extracted data on population, intervention and outcome from each study, and the extracted information was organized into tables. The methodological quality of each study was analyzed based on the PEDro scale (PROSPERO - CRD 42021262614). **Results:** From a total of 1152 articles, 17 studies met the inclusion criteria and were analyzed. A total of 1,141 (745 in exercise groups and 396 in sedentary control groups) people with T2DM were included. Regarding the type of study, 15 (88.2%) were randomized clinical trials and 2 (11.8%) were non-randomized clinical trials. The age of patients ranged from 45.6 to 61.7 years. The mean intervention time was 17 weeks, ranging from 9 to 48 weeks. Six studies 35.3% reported that no adverse events occurred during the intervention, two (11.8%) reported some event and nine (52.9%) did not present any information. The theoretical basis obtained from the rapid review and other studies supported the construction of a guidance protocol for professionals about physical exercise as a treatment for DM2 and management of glycemic control. The following elements were elaborated: frameworks of concepts, flowcharts and explanatory texts constructed with objective and easy-to-understand language as didactic tools in order to assist in the outpatient routine of professionals responsible for prescribing exercises in the management of patients treated at all levels of care of the Unified Health System (SUS). **Discussion:** Aerobic, resistance and combined training are associated with decreases in HbA1c, fasting glucose or postprandial glucose. however, combined training should be prioritized as they appear to have greater effects on glycemic control than either method alone. **Conclusion:** The protocol created from this review aims to offer professionals working at the various levels of health care in the SUS, updated, objective information, presented in a didactic way about physical exercise as a form of treatment for DM2. It is recommended that physical exercise protocols include both resistance and aerobic exercise, as their effects are greater on glycemic control than either method alone.

Keywords: Type 2 diabetes mellitus. Physical Exercise. Health education. Rehabilitation. Physiotherapy. Quality of life.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2hGP - glicose plasmática de 2h
4 “P” - poliúria, polidipsia, polifagia e perda ponderal
ACSM - American College of Sports Medicine
ACSM - American College of Sports Medicine
AVC - Acidente vascular cerebral
BURST - exercício contínuo de alta intensidade
CONT - treino contínuo de moderada intensidade
DCV - doenças cardiovasculares
DM - Diabetes Mellitus
DM1 - Diabetes Mellitus tipo 1
DM2 - Diabetes Mellitus tipo 2
ECAs - Ensaios Clínicos Aleatórios
ECG – Eletrocardiograma
ECNR - Ensaio Clínico Não Randomizado
ECR - Ensaio Clínico Randomizado.
END - treinamento aeróbio de intensidade moderada
FC -Frequência Cardíaca
FCLAn - Limite anaeróbio da frequência cardíaca
GJA - glicemia de jejum alterada
GLUT 4 - transportadores de glicose 4
GPJ - glicose plasmática em jejum
GS - glicogênio sintase
HAIT - treino aeróbio intervalado de alta intensidade;
HAS - Hipertensão arterial sistêmica.
HbA1c - hemoglobina glicada
HI - exercício aeróbio de alta intensidade
HIIT - High Intensity Interval Training
HT - treinamento de hipertrofia
IAM - Infarto agudo do miocárdio
IDF - International Diabetes Federation
IFG - impaired fasting glucose
IGT - impaired glucose tolerance)

IMC - Índice de massa corporal
INT - exercício aeróbio intervalado
LI - Treino aeróbio de baixa intensidade.
MERT - treinamento de resistência muscular
MESH - Medical Subject Headings
MET - Equivalentes Metabólico da Tarefa
MICT - exercício contínuo de intensidade moderada
mRNAs - RNA mensageiro
n.s - não significativo
PA - pressão arterial
PEDro - Physiotherapy Evidence Database
PICOT – população, intervenção, comparação, desfecho, tipo de estudo.
PRISMA - TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and
META-ANALYSES
PROSPERO - International Prospective Register of Systematic Reviews
SUS - Sistema Único de Saúde
TGD - tolerância à glicose diminuída
TR - treino resistido
TTOG - teste de tolerância oral à glicose de 75g teste
VO2: - Consumo de oxigênio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma para rastreamento e diagnóstico da DM2.....	13
Figura 2. Estratégia para triagem dos indivíduos com diabetes tipo 2 (DM2) para indicação da necessidade da realização de testes de rastreio de doenças cardiovasculares (DCV) antes do início de exercícios físicos.....	17
Figura 3. Fluxograma de seleção dos artigos.....	33
Figura 4. Desequilíbrios fisiopatológicos causadores da hiperglicemia.....	57
Figura 5. Valores de alerta conforme glicemia de jejum e HbA1C.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais dos ensaios clínicos incluídos na presente revisão. São descritas características gerais dos participantes ao início do estudo, tempo de intervenção, aderência à intervenção proposta e eventos adversos decorrentes do programa de intervenção.....	34
Tabela 2. Avaliação do risco de viés - Escala PEDro.....	37
Tabela 3. Características dos protocolos de intervenção por exercícios físicos. Informações sobre modalidade, tipo de exercício, duração, intensidade, monitoramento da intensidade, frequência e volume.....	40
Tabela 4. Impacto dos protocolos de intervenção por exercícios físicos sobre o controle glicêmico, perfil lipídico, pressão arterial, indicadores antropométricos, composição corporal, aptidão física e medicações em uso. As variações de redução ou aumento após as intervenções são representadas através dos sinais (-) ou (+), respectivamente, à frente dos valores indicados em cada variável. Somente modificações estatisticamente significativas são apresentadas na tabela.....	48
Tabela 5. Gasto energético correspondente ao tipo de exercício.....	58
Tabela 6. Recomendações para prescrição de exercícios para pessoas com DM2.....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 CRITÉRIOS USADOS PARA DIAGNÓSTICO DA DM2 - BREVES COMENTÁRIOS	11
1.2 DIABETES MELLITUS TIPO 2 (DM2)	13
1.3 AVALIAÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO	15
1.4 EXERCÍCIO FÍSICO	17
1.4.2 Exercício resistido	21
1.4.3 Exercício combinado	23
1.5 VARIÁVEIS DO EXERCÍCIO	24
1.5.1 Frequência	24
1.5.2 Volume	25
1.5.3 Intensidade	25
1.6 LACUNAS DA LITERATURA.	26
2 OBJETIVOS	27
2.1 OBJETIVO GERAL	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3 METODOLOGIA	28
3.1 Aspectos éticos	28
3.2 Critérios de elegibilidade	28
3.3 Fonte de informação e estratégia de busca	29
3.4 Seleção dos dados	29
3.5 Dados coletados	30
3.6 Avaliação da Qualidade metodológica	30
4 RESULTADOS	32
4.1 Seleção da literatura	32
4.2 Características dos estudos incluídos	34
4.3 Resultados de risco de viés	37
4.4 Características dos protocolos de intervenção	38
4.5 Impacto de intervenção por exercícios físicos sobre o controle glicêmico e demais variáveis	46
4.6 Protocolo de orientações aos profissionais sobre o exercícios físicos para pessoas com Diabetes Mellitus tipo 2	56
5 DISCUSSÃO	65
6 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE 1. Estratégia de busca	72

APÊNDICE 2. Protocolo de registro na plataforma PROSPERO.	74
APÊNDICE 3 - PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 DIRECIONADO A PROFISSIONAIS	77
ANEXO 1 - APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	109

1 INTRODUÇÃO

O termo diabetes descreve um grupo de distúrbios metabólicos caracterizados e identificados pela presença de hiperglicemia na ausência de tratamento. Tem etiopatologia heterogênea, o que inclui defeitos na secreção de insulina, na ação da insulina, ou ambas, resultando em ação inadequada nos tecidos-alvo, além de distúrbios do metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2006, 2019).

A característica comum a todas as formas de diabetes é a disfunção ou destruição das células beta pancreáticas. Essas células não são substituídas, pois o pâncreas humano parece ser incapaz de renová-las após os 30 anos de idade. Diferentes fatores genéticos e ambientais podem levar ao declínio da função ou à destruição completa das células beta, dentre eles se encontram a predisposição e anormalidades genéticas, processos epigenéticos, resistência à insulina, autoimunidade, doenças concomitantes, inflamação e outros fatores ambientais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019, 2020a).

Seus efeitos incluem danos à saúde a longo prazo com disfunção e falência de vários órgãos, incluindo retinopatia, nefropatia e neuropatia. Indivíduos com diabetes também apresentam risco aumentado de outras doenças, incluindo doenças cardíaca, doença arterial periférica e cerebrovascular, obesidade, catarata, disfunção erétil e doença hepática não-alcoólica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019, 2020a).

O número de pessoas com diabetes está aumentando constantemente. Segundo estimativas da Federação Internacional de Diabetes (*International Diabetes Federation, IDF*), em 2021 cerca de 9,8% da população mundial com 20 a 79 anos de idade (536,6 milhões de pessoas) vivia com diabetes, com projeções que mostram crescimento esperado de 16% na prevalência de diabetes devido ao envelhecimento da população até 2045, e em 2045 estima-se que haverá 738,2 milhões (11,2%) de pessoas vivendo com a doença. O diabetes é um dos principais fatores de mortalidade em todo o mundo, embora seu impacto possa sofrer variações a depender da região. Excluindo a mortalidade associada à pandemia de COVID-19, estima-se que aproximadamente 6,7 milhões de adultos com idade entre 20-79 morreram como resultado de diabetes ou suas complicações em 2021, o que corresponde a 12,2% de mortes globais por todas as causas nesta faixa etária (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021).

Para o Brasil, foi estimado em 2021, cerca de 15,7 milhões de casos de diabetes, podendo alcançar 23,2 milhões em 2045, ficando em 6º lugar entre os 10 países com maior número de pessoas vivendo com diabetes. O Brasil está em terceiro lugar entre os países com

os maiores índices relacionados a gastos com saúdes devido a diabetes (US\$ 42,9 bilhões), atrás dos Estados Unidos da América (US\$ 379,5 bilhões) e da China (US\$ 165,3 bilhões) (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021).

No âmbito nacional, a doença representa um problema de saúde de grande magnitude. O Ministério da Saúde, através da pesquisa Vigitel 2019, traçou o perfil do brasileiro em relação às doenças crônicas mais incidentes no país, e estima que 7,4% dos brasileiros têm diabetes, 24,5% têm hipertensão e 20,3% estão obesos. A pesquisa mostrou que, no período entre 2006 e 2019, a prevalência de diabetes passou de 5,5% para 7,4%, sendo mais prevalente em mulheres (7,8%) e pessoas adultas com 65 anos ou mais (23%) e com 8 anos ou menos de escolaridade (14,8%). Entre as 27 capitais pesquisadas, a frequência de adultos que referiram diagnóstico médico de diabetes variou entre 4,6%, em Porto Velho (27º lugar), e 8,6%, em Porto Alegre (1º lugar), enquanto a cidade de Belém ocupou o 15º lugar nacional com frequência de 6,8% de diabéticos, com predomínio entre mulheres (7,1%), em relação aos homens (6,4%) (BRASIL, 2020a).

A importância dessas condições de saúde se reflete no aumento da procura por serviços, no elevado uso de medicamentos e na restrição de atividades pelos acometidos pela doença, com impacto social importante, sendo apontado grau intenso e muito intenso de limitações de atividades diárias em 7,0% dos diabéticos e relato de internação em 13,4%. Esse aumento da procura por serviços de saúde representa elevado ônus ao Sistema Único de Saúde (SUS), impondo-lhe a necessidade de (re)organização, qualificação e ampliação do atendimento (FRANCISCO et al., 2018).

1.1 CRITÉRIOS USADOS PARA DIAGNÓSTICO DA DM2 - BREVES COMENTÁRIOS

O diagnóstico de diabetes em um indivíduo assintomático deve ser realizado por meio de testes repetidos, a menos que o indivíduo apresente hiperglicemia inequívoca, ou seja, glicemia em qualquer horário ≥ 200 mg/dL junto com seus sintomas clássicos (poliúria, polidipsia, polifagia e perda ponderal - 4 "P"), porém o Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) costuma ter evolução insidiosa, podendo permanecer assintomático por vários anos. Podem ser usados como base para o diagnóstico os critérios de glicose plasmática, seja o valor da glicose plasmática em jejum (GPJ) ou o valor da glicose plasmática de 2h (2hGP) durante o teste de tolerância oral à glicose de 75g teste (TTOG) ou a hemoglobina glicada (HbA1c). Geralmente, os testes citados são igualmente apropriados para a triagem diagnóstica

(AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2021; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2006).

O diagnóstico de DM2 é estabelecido nos seguintes casos: na presença de glicemia de jejum maior ou igual (\geq) a 126 mg/dL em duas ocasiões, com curto intervalo de tempo (por exemplo, uma a duas semanas); se houver sintomas característicos de DM (4 “P”) e uma glicemia casual \geq 200 mg/dL. Em pessoas com valores entre 100 e 125 mg/dL, caracteriza-se “glicemia de jejum alterada” (GJA ou IFG, impaired fasting glucose), requerendo avaliação por TOTG, principalmente se houver dois ou mais fatores de risco presentes. A glicemia de duas horas pós-sobrecarga \geq 200 mg/dL é indicativa de DM, e entre 140 e 200 mg/dL, de “tolerância à glicose diminuída” (TGD ou IGT, impaired glucose tolerance) (Figura 1) (BRASIL, 2020b).

Os valores de diagnóstico para diabetes mellitus e outras categorias de hiperglicemia seguem abaixo:

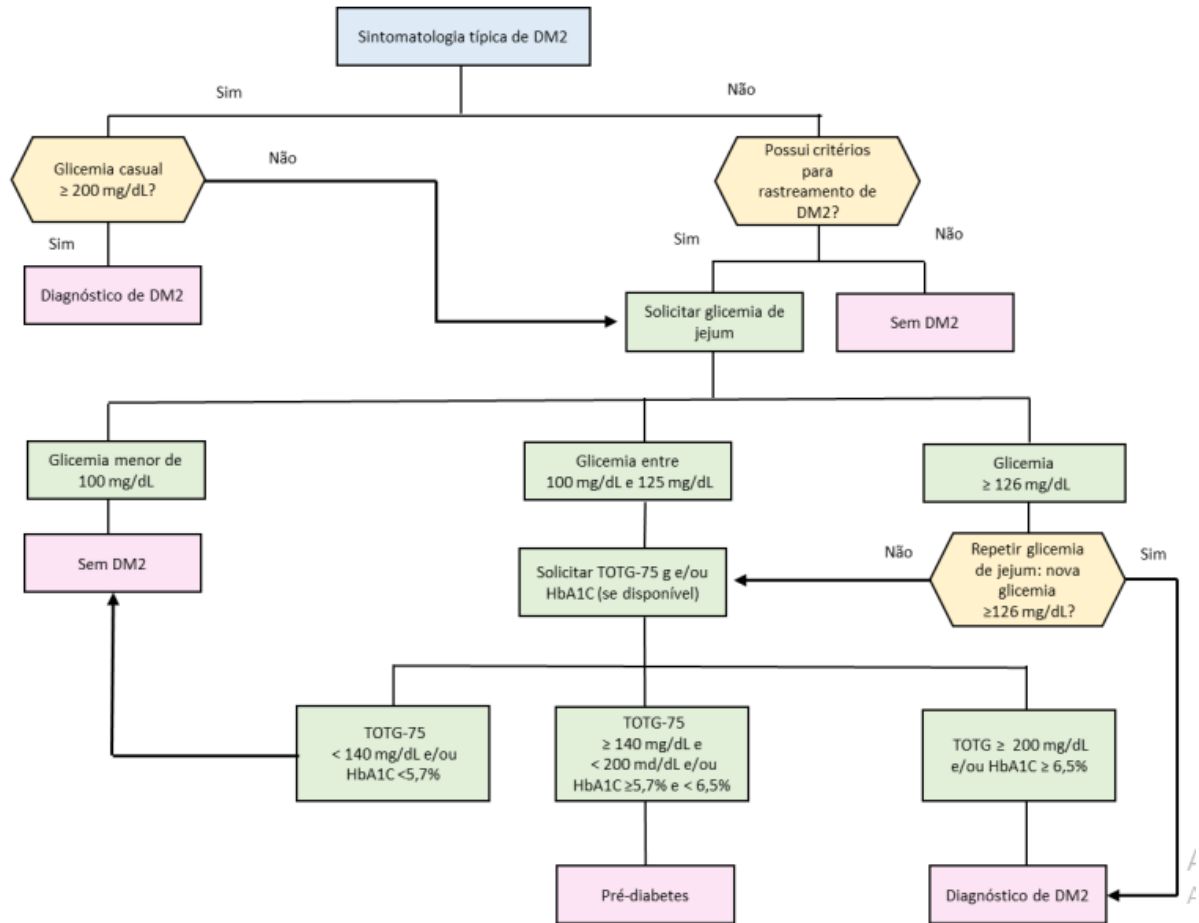
Quadro 1 - Critérios de diagnóstico para Diabetes.

CRITÉRIO DE DIAGNÓSTICO PARA DIABETES
GPJ \geq 126 mg/dL (7,0 mmol/L). O jejum é definido como nenhuma ingestão calórica por pelo menos 8 horas*.
OU
2h GP \geq 200 mg/dL (11,1 mmol / L) durante TTOG. O teste deve ser realizado conforme descrito pela OMS, utilizando uma carga de glicose contendo o equivalente a 75g de glicose anidra dissolvida em água*.
OU
HbA1C \geq 6,5% (48 mmol/mol)
OU
Em um paciente com sintomas clássicos de hiperglicemia ou crise hiperglicêmica, uma glicose plasmática aleatória \geq 200 mg/dL (11,1 mmol/L).
*Na ausência de hiperglicemia inequívoca, o diagnóstico requer dois resultados de teste anormais da mesma amostra ou em duas amostras de teste separadas.

GPJ: glicose plasmática de jejum; GP: glicose plasmática; TTOG: Teste de tolerância oral à glicose; OMS: Organização Mundial de Saúde; HbA1C: hemoglobina glicada;

Fonte: Adaptado de AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE, 2022.

Figura 1. Fluxograma para rastreamento e diagnóstico da DM2



Fonte: BRASIL, 2020. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Diabetes Mellito Tipo 2 (BRASIL, 2020b).

1.2 DIABETES MELLITUS TIPO 2 (DM2)

O diabetes tipo 2, anteriormente referido como “diabetes não insulino-dependente” ou “diabetes com início na idade adulta”, é responsável por 90-95% de todos os casos de diabetes. Essa forma abrange indivíduos com deficiência relativa de insulina e resistência periférica à insulina (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2021).

É um sério problema de saúde global comum, relacionado às rápidas mudanças culturais, econômicas e sociais, envelhecimento das populações, urbanização crescente e não planejada, mudanças na dieta - como aumento do consumo de alimentos altamente processados e bebidas açucaradas -, obesidade, redução do nível de atividade física, estilo de vida e padrões de comportamento pouco saudáveis, desnutrição fetal e aumento da exposição fetal à hiperglicemia durante a gravidez (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

Sua etiologia específica não é conhecida, havendo uma ampla gama de fatores de risco para o desenvolvimento de DM2. Os determinantes do DM2 consistem em uma matriz de fatores genéticos, epigenéticos e de estilo de vida que interagem entre si e operam dentro do ambiente físico-sociocultural mais amplo. A prevalência de DM2 está aumentando em paralelo com a crescente incidência de obesidade nos países tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento. O excesso de adiposidade (Índice de massa corporal - $IMC \geq 30\text{kg/m}^2$ - obesidade) é o fator de risco mais forte para DM2 e está associado a diversas anormalidades metabólicas que resultam em resistência à insulina. Além disso, a obesidade abdominal avaliada pela circunferência da cintura ou relação cintura-quadril prediz risco de DM2 independente do IMC (ZHENG; LEY; HU, 2018). O acúmulo de gordura no fígado, músculos e pâncreas devido ao excesso de calorias e inatividade física contribui para a disfunção das células β e resistência à insulina (DENDUP et al., 2018).

O indivíduo que vive com DM2 não produz insulina suficiente (deficiência de insulina) ou tem células do corpo que não são capazes de usar a insulina adequadamente (resistência à insulina). A insulina, um hormônio produzido pelas células β do pâncreas, controla os níveis de açúcar no sangue. Inicialmente, uma maior quantidade de insulina é produzida para manter níveis normais de glicose. No entanto, esta resposta é insuficiente para superar a sensibilidade diminuída à insulina, aumentando a produção de glicose pelo fígado. Ocorre a perturbação do metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas à medida que a doença progride. A hiperglicemia se manifesta quando as células β não conseguem compensar a resistência à insulina com o excesso de produção de insulina. O declínio progressivo da função e massa das células β ao longo do tempo associado à hiperglicemia marca o desenvolvimento de DM2 (DENDUP et al., 2018).

O DM2 frequentemente permanece sem diagnóstico por muitos anos porque a hiperglicemia não é grave o suficiente para provocar sintomas perceptíveis de diabetes. Porém, essas pessoas apresentam maior risco de desenvolver complicações macrovasculares e microvasculares. Tais complicações são um problema particular no DM2 de início jovem, o qual é associado a maiores taxas de mortalidade, mais fatores de risco para doenças cardiovasculares e complicações quando comparado ao DM1 de duração semelhante. A maioria dos indivíduos com DM2 não necessita de tratamento com insulina para sua sobrevivência, mas pode ser necessário para reduzir a glicose circulante e evitar complicações crônicas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

A associação do tratamento farmacológico ao não farmacológico é essencial para o controle do diabetes. Assim, indivíduos com DM2 devem ser orientados a melhorar seus

hábitos de vida, tais como reorganização dos hábitos alimentares, cessação do tabagismo, redução da ingestão de bebidas alcoólicas, redução de peso, diminuição do estresse, incentivo à prática de exercícios físicos e diminuição do comportamento sedentário (BRASIL, 2020b).

1.3 AVALIAÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO

O *American College of Sports Medicine (ACSM)* tem como proposta um modelo para exames de saúde antes do início de programas de exercícios, baseado em: níveis atuais de atividade física do indivíduo; presença de sinais ou sintomas e/ou doença cardiovascular, metabólica ou renal conhecida; na intensidade de exercício que se deseja realizar, a fim de avaliar o risco de eventos cardiovasculares relacionados ao exercício (COLBERG et al., 2016).

A anamnese e o exame físico adequados são fundamentais para a triagem dos pacientes que precisam realizar avaliações de risco específicas antes do início de um programa de exercícios físicos. A coleta cuidadosa da história clínica com ênfase na avaliação dos fatores de risco cardiovascular (história de eventos cardiovasculares - infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral, doença aterosclerótica, DM > 10 anos, hipertensão arterial sistêmica, tabagismo, neuropatia, nefropatia, retinopatia, dislipidemia, dentre outros) deve ser realizada, com atenção à possibilidade de apresentações atípicas das doenças ateroscleróticas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020). A estratégia proposta pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020) para triagem dos indivíduos com diabetes para indicação da necessidade da realização de testes de rastreio de doenças cardiovasculares antes do início de exercícios físicos está sintetizada na Figura 2.

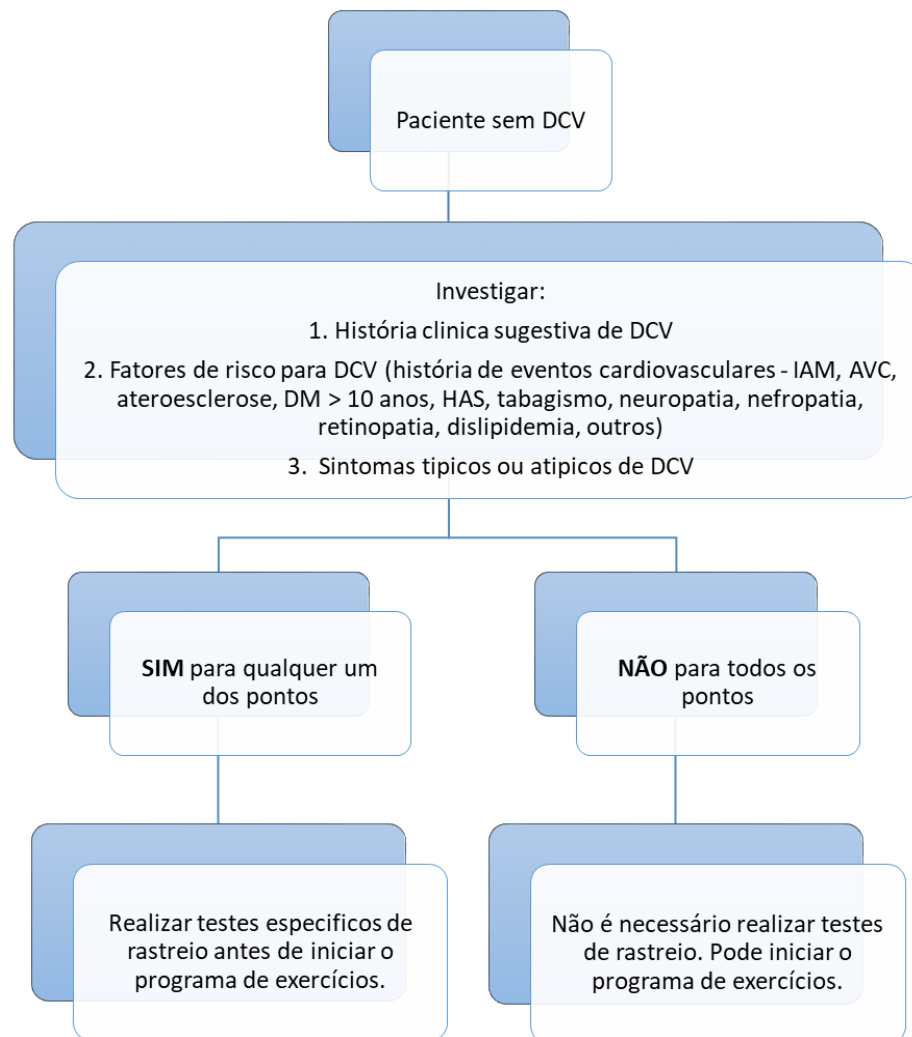
O exercício físico mal orientado pode trazer alguns riscos potenciais à saúde das pessoas com diabetes, incluindo complicações agudas como eventos cardíacos, hipoglicemia e hiperglicemia. Em atividades de baixa e moderada intensidade em indivíduos com DM2, o risco de eventos adversos induzidos por exercício é baixo, porém ao iniciar um protocolo de exercícios de alta intensidade é necessária a realização de avaliação médica (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018; TURNER et al., 2019). O médico deve ser consultado apenas quando houver comorbidades, uso de medicamentos ou histórico de controle de glicose que possam vir complicar o início de um programa de exercícios. O especialista em exercícios deve sempre avaliar o estado de saúde atual do indivíduo e ficar

atento para identificar quaisquer novos sintomas ou problemas que venham aparecer durante o programa de treinamento (TURNER et al., 2019).

Pessoas com DM que não apresentam sintomas de isquemia coronariana, não requerem autorização médica antes de iniciar um programa de exercícios de baixa a moderada intensidade. Portanto, a solicitação indiscriminada de testes não é recomendada, tampouco a dificuldade de acesso aos exames deve impedir a prática do exercício físico (SIGAL et al., 2018; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020).

Indivíduos de meia-idade e idosos com diabetes que desejam realizar exercícios de alta intensidade ou de longa duração, como corrida competitiva, treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT - do inglês *High Intensity Interval Training*) ou corrida de longa distância devem ser avaliados para as condições que podem cursar com risco aumentado de evento adverso. Além disso, a identificação de indivíduos sintomáticos é de extrema importância. Pessoas com DM devem ser rastreadas para sinais e sintomas consistentes de isquemia miocárdica, como dor no peito, falta de ar severa ao esforço e/ou síncope. Tais indivíduos devem ser encaminhados para realização de teste de estresse de Eletrocardiograma (ECG) e avaliação cardiológica adicional antes de participar ou continuar em um programa de exercício (SIGAL et al., 2018).

Figura 2. Estratégia para triagem dos indivíduos com diabetes tipo 2 (DM2) para indicação da necessidade da realização de testes de rastreio de doenças cardiovasculares (DCV) antes do início de exercícios físicos.



IAM: Infarto agudo do miocárdio; AVC: Acidente vascular cerebral; HAS: Hipertensão arterial sistêmica.

Fonte: Adaptado da SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020.

1.4 EXERCÍCIO FÍSICO

O tratamento da Diabetes Mellitus (DM) inclui a realização de exercícios físicos, alimentação saudável e medicação adequada. A atividade física é definida como todo o movimento que aumenta a utilização de energia, enquanto o exercício físico é a atividade física planejada, estruturada para a melhora ou manutenção de um ou mais componentes da aptidão física (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018). A atividade física pode ser realizada como uma atividade doméstica, ocupacional, de lazer ou esportiva. O exercício é uma espécie de atividade física com a finalidade de melhorar ou manter a aptidão

física, e possui as seguintes variáveis: frequência, duração, intensidade e finalidade (LUNDQVIST et al., 2017).

O exercício físico é uma eficiente estratégia terapêutica para o tratamento de pessoas com Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) e tipo 2 (DM2) por contribuir para o controle glicêmico, assim como por reduzir fatores de risco cardiovasculares, aumentar a aptidão física, além de contribuir para a perda de peso e qualidade de vida das pessoas com diabetes (COLBERG et al., 2016; SIGAL et al., 2018). Os desafios relacionados ao controle da glicemia variam com o tipo de diabetes, tipo de atividade e presença de complicações relacionadas à doença (COLBERG et al., 2016; KAUR; SINGH; VIJ, 2017; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020).

O tratamento da DM2 tem como objetivo atingir e manter níveis ótimos de glicose sanguínea, lipídios e pressão arterial (PA) para prevenir ou retardar complicações crônicas da doença. Muitas pessoas com DM2 podem alcançar o bom controle glicêmico seguindo planos de refeições adequados e programas de exercício físicos, perdendo o excesso de peso, implementando comportamentos de autocuidado necessários, e fazendo uso da medicação prescrita (BALDUCCI et al., 2014; COLBERG et al., 2016). Baixos níveis de atividade física são considerados relevantes fatores de risco, independentes e modificáveis para o desenvolvimento de DM2 (GALICIA-GARCIA et al., 2020).

As recomendações de atividade física e de exercício devem ser adaptadas para se adequar às necessidades específicas - pessoais e clínicas - de cada indivíduo. A individualização do plano de exercício é fundamental para o sucesso terapêutico, embora haja diretrizes gerais que devam ser consideradas nesse contexto (COLBERG et al., 2016; SIGAL et al., 2018; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020b). O exercício físico adequadamente prescrito e executado proporciona benefícios significativos aos pacientes com DM, constituindo uma ferramenta eficaz para o manejo metabólico (COLBERG et al., 2016; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020).

O treinamento físico regular aumenta a densidade capilar muscular, a capacidade oxidativa, o metabolismo lipídico e proteínas sinalizadoras de insulina, que são reversíveis com destreinamento. Os mecanismos responsáveis por esses benefícios induzidos pelo treinamento físico são complexos e incluem melhorias na sensibilidade à insulina, pela captação de glicose dependente de insulina a partir de aumentos no número e função dos transportadores de glicose 4 (GLUT4) do músculo, aumentos da capilarização muscular e fluxo sanguíneo. Essas adaptações são fortemente influenciadas pelo gasto energético (COLBERG et al., 2016; HORDERN et al., 2012; ZANUSO et al., 2017).

Os mecanismos fundamentais das adaptações são induzidos por eventos complexos de sinalização celular, incluindo modificações de proteínas e mudanças na atividade gênica. Fator importante responsável pela extensão da resposta do treinamento físico é a dose, isto é, a intensidade, duração e frequência do exercício. Os estímulos que afetam as células do músculo esquelético podem ser divididos em duas categorias principais, intracelulares e extracelulares. Sessões repetidas de exercícios afetam significativamente a atividade (número de cópias de RNA mensageiro) de milhares de genes codificadores de proteínas. O aumento do conteúdo de proteína mitocondrial parece resultar de efeitos cumulativos nos mRNAs correspondentes após cada sessão de exercício. Mesmo níveis menores de atividade física, como romper com momentos de sedentarismo, podem reduzir os níveis de glicose no sangue e insulina e induzir a expressão de genes metabolicamente relevantes no músculo esquelético de indivíduos não diabéticos com sobrepeso/obesidade (ZANUSO et al., 2017).

Tanto o treinamento aeróbio quanto o resistido promovem adaptações no músculo esquelético, tecido adiposo e fígado associadas à maior ação da insulina, mesmo produzindo diferentes resultados na composição corporal (HORDERN et al., 2012). O treinamento aeróbio regular promove o aumento da sensibilidade à insulina muscular em indivíduos pré-diabéticos ou com DM2 em proporção ao volume de exercício. Mesmo treinamentos de baixo volume (400 kcal/semana) melhoram a ação da insulina em adultos previamente sedentários. Indivíduos com resistência à insulina basal mais alta têm as maiores melhorias. O treinamento de resistência aumenta a ação da insulina de forma semelhante, assim como o HIIT e outros modos. Combinar exercícios aeróbios com exercícios de resistência pode fornecer maiores melhorias (AMANAT et al., 2020; COLBERG et al., 2016; HORDERN et al., 2012).

O treinamento físico age sobre a resistência insulínica, independentemente do peso corporal ou do índice de massa corporal do indivíduo. Pessoas fisicamente mais ativas apresentam níveis mais baixos de insulina circulante, melhor ação em receptores e pós-receptores de membrana, melhor resposta de transportadores de glicose, maior capilarização nas células musculares esqueléticas e melhor função mitocondrial, quando comparados com pessoas menos ativas (PITANGA, 2019).

É importante ter em mente que assim como as terapias farmacológicas e as modificações dietéticas são individualizadas para o paciente, da mesma maneira, um programa de exercício físico sob medida deve ser prescrito para o tratamento (BALDUCCI et al., 2014).

1.4.1 Exercício aeróbio

A literatura a respeito dos efeitos do exercício sobre os parâmetros glicêmicos na DM2 tem se concentrado principalmente em intervenções envolvendo exercícios aeróbicos. O exercício aeróbio consiste em movimentos rítmicos contínuos de grandes grupos musculares, como caminhar, correr e andar de bicicleta (KIRWAN; SACKS; NIEUWOUDT, 2017). O exercício aeróbio auxilia na redução de peso e no controle glicêmico, além de melhorar a aptidão cardiorrespiratória, portanto é considerado ferramenta essencial no tratamento do indivíduo com DM2 (KAUR; SINGH; VIJ, 2017).

Pessoas com diabetes são orientadas a realizar no mínimo 150 minutos por semana de exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa, bem como duas a três sessões por semana de treinamento resistido (COLBERG et al., 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020b). Intervenções que envolvem exercícios com durações superiores a 150 minutos por semana são associadas a maiores reduções de HbA1c (variação média $-0,89\%$) do que intervenções envolvendo 150 minutos ou menos de exercício por semana (variação média $-0,36\%$) (SIGAL et al., 2018).

Variações em relação a duração e frequência dos protocolos de exercícios aplicados demonstraram que tanto a duração e a frequência, como fatores isolados, quanto a interação entre os dois resultaram na diminuição do nível de HbA1c (KAUR; SINGH; VIJ, 2017; PITTALUGA et al., 2015). Porém, destaca-se que a maior frequência de exercício (maior número de sessões por semana) melhora significativamente os níveis de HbA1c (UMPIERRE et al., 2013). Além disso, para cada semana extra de treinamento físico aeróbio pode-se esperar uma redução da HbA1c entre 0,009 e 0,043% em comparação com indivíduos que não realizam exercício físico, com melhora significativa no HOMA-IR e redução da glicose sérica (GRACE et al., 2017; UMPIERRE et al., 2013).

Em relação a intensidade, exercícios de intensidade moderada (64 a 76% Frequência cardíaca máxima) provocam melhorias modestas na HbA1C, Índice de Massa Corporal (IMC) e perfil lipídico, enquanto os exercícios de alta intensidade (77 a $< 95\%$ FCmáx.) estão associados a maior efetividade no controle das variáveis cardiometabólicas, com melhoras significativas do IMC e aptidão aeróbia (PANDEY; SUSKIN; POIRIER, 2017). Na prática de exercícios em ambas as intensidades há redução dos níveis de HbA1C, porém indivíduos que realizam exercícios de alta intensidade melhoram a HbA1C em média significativamente mais por minuto de exercício realizado em comparação com os de intensidade moderada (0,0376% vs 0,0197%). Uma metanálise comparando o treinamento físico aeróbio de diferentes

intensidades no controle glicêmico em diabetes tipo 2, encontrou maior redução na HbA1c com exercícios de maior intensidade em comparação com exercícios de menor intensidade na DM2 (LIUBAOERJIJIN et al., 2016). Considerando a associação positiva entre o nível HbA1c e o risco de doença cardiovascular e morte prematura, o seu declínio possui relevância clínica (HANSEN et al., 2013).

1.4.2 Exercício resistido

O treinamento resistido tem conquistado considerável reconhecimento como uma opção de treinamento de exercício viável e efetiva para o tratamento de pessoas com DM2. Sinônimo de treinamento de força, o exercício resistido envolve movimentos utilizando pesos livres, aparelhos de musculação, exercícios com peso corporal ou faixas elásticas de resistência (KIRWAN; SACKS; NIEUWOUDT, 2017). Na ausência de contraindicações (como hipertensão arterial não controlada, retinopatia proliferativa severa, cirurgia a laser recente) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018), os exercícios resistidos devem ser realizados visando todos os principais grupos musculares, objetivando a melhora do controle glicêmico (refletido pela redução da HbA1C), diminuição da resistência à insulina, o aumento da força muscular e da massa muscular magra (BRASIL, 2020b; SIGAL et al., 2018).

O treinamento resistido pode auxiliar na melhoria do controle glicêmico. O músculo esquelético é responsável por até 40% do peso corporal e pode induzir mudanças benéficas no controle glicêmico via desenvolvimento da massa muscular, devido ao aumento da captação de glicose (STRASSER; SIEBERT; SCHOBERSBERGER, 2010). Outro mecanismo responsável por este aumento é a utilização de glicose pelo músculo esquelético proporcionado pelo aumento da ação da insulina no músculo, devido a contração muscular, que é refletido pelo aumento do conteúdo de proteína do GLUT4, receptor de insulina, proteína quinase B- α/β , glicogênio sintase (GS) e atividade total de GS (ISHIGURO et al., 2016; STRASSER; SIEBERT; SCHOBERSBERGER, 2010).

O maior impacto na redução da HbA1c é normalmente visto em estudos que fizeram os participantes progredirem para 3 séries (com aproximadamente 8 repetições por série) de exercícios de resistência em intensidade moderada a alta (ou seja, o peso máximo que pode ser levantado 8 vezes, mantendo a forma adequada), 3 vezes por semana ou mais (SIGAL et al., 2018).

Tanto o treinamento de hipertrofia (HT) (2-4 dias / semana, 70% -85% 1 repetição máxima - RM, 1-3 séries de 8-12 repetições, períodos de descanso 1 min) quanto o treinamento de resistência muscular (MERT) (2-4 dias/semana, <70% RM, 2-4 séries de 10-25 repetições, períodos de descanso 30 s-1 min) podem provocar redução da HbA1c (HT -0,50% e MERT -0,34%). O treino de hipertrofia também foi associado a melhorias na glicose de jejum, e tanto o treino de hipertrofia quanto o de resistência, foram associados à melhora dos níveis de insulina e sensibilidade à insulina (ACOSTA-MANZANO et al., 2020).

A progressão é elemento fundamental no papel do exercício resistido na melhora do controle glicêmico, reduzindo a hemoglobina glicada, além de levar a grandes aumentos na força muscular em pessoas com DM2. A redução global absoluta da HbA1c de 0,3% é pequena, sugerindo que o exercício resistido não deve ser um tratamento isolado para pessoas com DM2 e sim associado ao exercício aeróbio para o controle glicêmico (IRVINE; TAYLOR, 2009). O efeito positivo indica que o exercício resistido progressivo pode fazer parte de um plano de manejo, em combinação com medicamentos e dieta apropriada, para produzir reduções clinicamente significativas nas complicações associadas à doença. Para que possa ser uma ferramenta eficaz para o controle glicêmico, o exercício de resistência progressiva deve ser realizado pelo menos duas vezes por semana e as taxas de adesão são altas com 87% das sessões programadas realizadas pelos pacientes (IRVINE; TAYLOR, 2009).

Existe conflito na literatura a respeito das correlações entre o volume semanal de treinamento de resistência supervisionado e intensidade do exercício com mudanças nos níveis de HbA1c. Enquanto resultados em metanálise indicam não existirem correlações entre tais parâmetros e os níveis de HbA1c (UMPIERRE et al., 2013), outros resultados revelam que a variável de intensidade do exercício está correlacionada com as mudanças de HbA1c, indicando que todos os níveis de intensidade do treinamento de resistência diminuíram substancialmente os níveis de HbA1c em pessoas com diabetes, com diminuições mais proeminente da HbA1c nos treinamentos de alta intensidade. Já em relação à alteração dos níveis de insulina, os resultados revelaram que os ensaios de alta intensidade foram representados por diminuição notável da insulina, enquanto os ensaios com intensidade baixa a moderada não mostraram diminuição significativa (LIU et al., 2019).

O treinamento de resistência de alta intensidade demonstrou melhora significativa do controle glicêmico, observado através da redução da hemoglobina glicada, aumento da massa magra, redução da necessidade de medicamentos para diabetes, redução da adiposidade abdominal e da pressão arterial sistólica e aumento da força muscular e da atividade física

espontânea, apresentando adesão de 90 ± 10 %. Em comparação ao treinamento de resistência moderado, o treinamento de alta intensidade pode induzir estímulo mais forte para a captação de glicose e apresentar melhores resultados na redução da HbA1c (CASTANEDA et al., 2002).

1.4.3 Exercício combinado

Para aqueles que podem participar com segurança de exercícios aeróbicos, uma opção a se considerar é um programa de exercícios combinados - aeróbicos e resistidos -, pois este pode ser mais benéfico do que fazer apenas uma modalidade de exercícios. Os valores de hemoglobina glicada apresentam maior redução com a prática de treinamento com exercícios combinados do que nos grupos de exercícios aeróbicos e resistidos isolados (AMANAT et al., 2020; IRVINE; TAYLOR, 2009).

Estudo com 12 meses de duração, associou exercícios aeróbicos, resistidos e de flexibilidade, com aumento gradual da carga semanal de trabalho de 140 para 270 minutos. Não foi encontrada redução significativa dos níveis de HbA1c, porém, houve melhora significativa do HOMA-IR, o autor relacionou esse resultado ao baixo número de indivíduos inscritos e ao valor basal médio de HbA1c, 7,0% (o que sugere o controle ideal do diabetes), a diminuição dos medicamentos antidiabéticos em dois indivíduos e a ausência de intervenção nutricional específica. Não foi observada diminuição significativa do peso corporal, porém houve redução significativa da circunferência da cintura, o que foi relacionado à mudança de composição corporal - aumento da massa magra e diminuição da massa gorda (VINETTI et al., 2015).

A prática de exercícios combinados supervisionados pode produzir efeitos terapêuticos significativos nos parâmetros antropométricos (redução da relação cintura-quadril), controle glicêmico (redução da HbA1c, glicemia em jejum e 2 horas após teste de tolerância à glicose), diminuição do perfil lipídico, aumento da força muscular. Além disso, melhora a capacidade de oxidação de ácidos graxos, função física e saúde mental. A realização de exercícios combinados por indivíduos diabéticos resulta no efeito mais forte no aumento da sensibilidade à insulina em comparação com exercícios aeróbicos (AMANAT et al., 2020; TAN; LI; WANG, 2012).

Em ensaios de exercícios aeróbicos e resistidos combinados, foi observada a influência do volume do componente exercício resistido na redução da HbA1C, em que cada série adicional de exercício de resistência por semana produz diminuição correspondente de

0,02% na HbA1c. Assim, aqueles que realizam exercícios combinados também podem se beneficiar da adição de séries extras de exercícios de resistência, embora esse efeito pareça ser fraco (UMPIERRE et al., 2013). O exercício combinado tem se mostrado mais eficaz do que o treinamento aeróbico ou de resistência sozinho, sejam eles supervisionados ou não, na redução da HbA1c (PAN et al., 2018; SHAWAHNA et al., 2021).

Tanto o treinamento aeróbico quanto o treinamento de resistência são capazes de melhorar o controle glicêmico, porém, a combinação dessas 2 formas de exercício parece ser superior a qualquer tipo de exercício isoladamente. Além disso, as melhorias induzidas pelo exercício no controle glicêmico são maiores entre as pessoas com valores basais de hemoglobina glicada mais elevados. Já entre as pessoas com valores basais de hemoglobina glicada mais baixos, apenas o treinamento combinado induz a melhora dos valores. Portanto, indivíduos com bom controle glicêmico que desejam melhorar ainda mais sua hemoglobina glicada por meio de medidas de estilo de vida devem ser aconselhados a fazer exercícios aeróbicos e resistidos. Se o controle glicêmico for pobre, o treinamento aeróbico ou de resistência sozinho também podem melhorar o valor da hemoglobina glicada, mas a combinação dessas formas de exercício seria melhor (KANALEY et al., 2022; PAN et al., 2018; SIGAL et al., 2007).

1.5 VARIÁVEIS DO EXERCÍCIO

As diversas formas de exercício físico podem ser realizadas por indivíduos com diabetes, mas é importante seguir os princípios gerais da prescrição de exercício – tipo, frequência semanal, duração das sessões, intensidade e progressão – observando, sempre, o controle glicêmico e a presença de complicações relacionadas à doença (PITANGA, 2019).

1.5.1 Frequência

Recomenda-se para a população em geral a realização de exercícios diários ou na maioria dos dias da semana. Para as pessoas com diabetes, a recomendação também é diária, ou com intervalos máximos de 48hs entre as sessões de exercício para que os benefícios sobre o metabolismo glicêmico sejam alcançados (PITANGA, 2019).

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018), recomenda uma frequência semanal de 3 a 7 dias por semana de exercícios aeróbicos de intensidade moderada (64 a <76% FCmax) a vigorosa (77 a 95%

FCmax); 3 dias por semana para exercícios resistidos de moderada (50 a 69% de 1RM) a vigorosa (70 a 85% de 1RM) intensidade.

1.5.2 Volume

O volume de exercício é definido pela intensidade e frequência semanal dos exercícios. Sendo recomendado a realização de 150 minutos de exercícios aeróbicos de moderada intensidade ou 75 minutos de alta intensidade por semana ou uma combinação de ambos (HANSEN et al., 2018; LUNDQVIST et al., 2017; PITANGA, 2019). Já para os exercícios resistidos, todos os principais grupos musculares devem ser exercitados, devendo ser realizada, no mínimo, duas séries por grupo muscular com 8 a 12 repetições a 70 a 80% da repetição máxima ou 25 a 30 repetições a 40 a 55% da repetição máxima, respectivamente (HANSEN et al., 2018).

1.5.3 Intensidade

O ideal é que a prescrição contemple exercícios aeróbicos de moderada e alta intensidade. Exercícios de maior intensidade apresentam maior impacto no aumento da condição aeróbica e na redução da HbA1c em pessoas com diabetes (KIRWAN; SACKS; NIEUWOUDT, 2017; SCHELLENBERG et al., 2013). Porém, podem ser de difícil execução para indivíduos com diabetes, orienta-se que o treinamento físico inicie com intensidade moderada e seja progredido para intensidades mais altas, a fim de alcançar benefício adicional no controle glicêmico. Quanto ao treinamento resistido, ainda permanece incerto se diferentes intensidades relativas de exercício possuem um impacto diferente nas concentrações sanguíneas de HbA1c em pacientes com DM2. Contudo, é recomendado aumento progressivo no número de séries e na intensidade do exercício para adaptações ao treinamento (HANSEN et al., 2018; PITANGA, 2019).

É preconizado iniciar o treinamento físico em baixa intensidade e aumentá-lo progressivamente até a intensidade recomendada, sendo importante o monitoramento desta variável através da frequência cardíaca ou classificações de esforço percebido (HANSEN et al., 2018).

1.6 LACUNAS DA LITERATURA.

Embora as diretrizes atuais recomendem que o exercício físico deva ser progredido em termos de intensidade, frequência e/ou duração, ainda faltam evidências sobre esse processo e conhecimento aos profissionais da áreas sobre as evidências já disponíveis para a escolha dos protocolos de intervenção por exercícios físicos. Geralmente a progressão não é realizada como uma prática constante e individualizada dos profissionais que prescrevem o treinamento físico para a população com diabetes (DELEVATTI et al., 2016).

Tendo em vista o exposto acima, surge a necessidade da criação de um protocolo para guiar a prática dos profissionais na prescrição de exercícios físicos. Porém, durante o processo de pesquisa observou-se que a maioria dos estudos encontrados não relata a progressão dos exercícios quanto ao volume e/ou intensidade do treinamento, também foi observado uma não uniformidade no uso das unidades de medida para a avaliação das variáveis de intervenção, o que se torna uma barreira para a compreensão do impacto de cada uma delas na criação de um protocolo de treinamento para indivíduos com DM2 e do papel que a progressão e a dosagem (volume e intensidade) exercem sobre o controle glicêmico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Formular um protocolo de exercícios físicos direcionado a profissionais da saúde para o tratamento e manutenção do controle glicêmico de adultos com Diabetes Mellitus tipo 2.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar, através de uma revisão rápida, a relação entre as variáveis do treinamento físico aeróbio, resistido e combinado no controle glicêmico em indivíduos portadores de DM2;
- Formular um protocolo de orientação sobre exercícios físicos, com cuidados e orientações gerais para a prática do exercício físico.

3 METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão rápida de literatura em busca de estudos que investigassem os efeitos de protocolos de exercícios físicos sobre o controle glicêmico de adultos com Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) para analisar quais os parâmetros do exercício (modalidade, frequência, volume, intensidade, intervalo e progressão) são recomendados para alcançar melhor controle glicêmicos na população de interesse. O protocolo de revisão foi registrado na PROSPERO (*International Prospective Register of Systematic Reviews*) sob o número CRD 42021262614 (APÊNDICE 2). Para a redação do presente manuscrito utilizou-se o protocolo "PRISMA - *TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and META-ANALYSES*" (PAGE et al. 2021).

3.1 Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário João de Barros Barreto sob o CAAE de número 39536920.5.0000.0017 (Anexo 1) e, posteriormente, foi submetido ao edital CNPq/MS/SAPS/DEPROS no 27/2020 - "PESQUISA EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E FATORES DE RISCO ASSOCIADOS" sendo aprovado por mérito sob o título "Criação e Validação de Protocolos de Intervenções Associadas para Controle do Diabetes Mellitus na Atenção Primária à Saúde". O referido projeto propunha elaborar e implementar vários protocolos para propiciar o melhor controle do diabetes mellitus e de suas complicações, cada um deles abrangendo um tema específico. Como parte desse projeto, o presente trabalho é o volume responsável por detalhar os aspectos do exercício físico como parte do tratamento e manejo do controle glicêmico do DMT2. Público alvo: Profissionais da saúde em geral, especialmente, fisioterapeutas e educadores físicos.

3.2 Critérios de elegibilidade

Os critérios de inclusão dos estudos foram baseados na estratégia PICOT, sendo os seguintes:

População: Estudos com indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2, com 45 anos de idade ou superior.

Intervenção: Exercício físico (aeróbio, resistido ou combinado); o estudo deve apresentar pelo menos uma variável modificável na prescrição individualizada do exercício (modalidade, intensidade, volume, frequência, intervalo, progressão);

Comparação: o grupo de comparação deveria incluir adultos com DM2 que não realizassem exercícios físicos (sedentários), grupo(s) que realizassem diferentes modalidades de treinamento físico ou recebessem tratamento usual para o diabetes;

Desfecho: impacto das variáveis modificáveis do exercício físico no controle glicêmico, sendo a principal variável de interesse a HbA1c.

Tipo de Estudo: Ensaio Clínico, randomizado ou não-randomizado

Além dos critérios acima, os artigos científicos deviam estar em inglês ou português; publicados nos últimos 10 anos.

Os critérios de exclusão foram os seguintes: metanálises; revisões sistemáticas e estudos observacionais; não ter como variável analisada a HbA1c; ter como intervenção apenas orientações às mudanças do estilo de vida; ter como intervenção práticas corpo e mente, exceto Pilates; estudos não publicados e literatura cinzenta.

3.3 Fonte de informação e estratégia de busca

Para o processo de busca dos estudos foram utilizadas as bases de dados PubMed e LILACS. Os descritores utilizados foram: Diabetes Mellitus, Type 2; Exercise; Resistance Training; Circuit-Based Exercise, encontrados no Medical Subject Headings (MESH) e seus respectivos sinônimos foram cruzados nas línguas portuguesa e inglesa. Cada palavra ou grupo de sinônimos foi colocado entre parênteses e então adicionado entre eles o operador booleano OR. Para unir os grupos de diferentes descritores utilizou-se o operador booleano AND (APÊNDICE 1). As buscas foram realizadas até julho de 2022.

3.4 Seleção dos dados

O processo de seleção dos estudos ocorreu através de 4 etapas: identificação, seleção por título e resumo, avaliação de elegibilidade e inclusão. A etapa de identificação inclui todos os artigos encontrados durante o processo de busca. Durante a etapa de seleção foi realizada a exclusão de artigos duplicados e, na sequência, a avaliação dos títulos e dos resumos dos estudos identificados, selecionando-se os que satisfaziam os critérios de elegibilidade e excluindo os restantes. Para determinar os estudos a serem avaliados, dois

autores revisaram independentemente os títulos, seções de resumo e palavras-chave de cada registro recuperado da busca. Qualquer ensaio que claramente não preenchesse os critérios de seleção foram eliminados.

Na etapa de elegibilidade ocorreu a leitura dos artigos na íntegra para confirmação de adequação aos critérios de inclusão estabelecidos. Cada artigo foi lido de modo independente por duas pesquisadoras. Houve a divergência entre as pesquisadoras quanto adequação dos critérios de elegibilidade para a inclusão de 6 artigos (8% do total de artigos lidos na íntegra), resolvida em reunião de consenso, na qual decidiu-se pela inclusão de dois dentre os artigos divergentes (BANITALEBI et al., 2021; CASSIDY et al., 2019b). A etapa de inclusão contém os artigos utilizados na construção da revisão rápida. O Zotero foi utilizado como software gerenciador de referências.

3.5 Dados coletados

As duas autoras extraíram independentemente os dados sobre população, intervenção e resultado de cada estudo incluído, usando um formulário padronizado para a extração de dados. As informações extraídas dos artigos selecionados foram organizadas em um quadro contendo os seguintes dados, quando disponíveis: autoria, data de publicação, tipo de estudo (detalhes do delineamento), participantes (número amostral, média de idade, proporção de cada sexo, critérios de inclusão), exposição ou intervenção (tipo, variáveis e progressão do exercício), desfecho (formas de mensuração), tempo de seguimento e perdas.

As variáveis do exercício analisadas foram: tipo de exercício, modalidade, duração, intensidade, forma de monitoramento, frequência e volume. Dados adicionais como dieta, supervisão, horário, aderência/adesão, medicamentos e efeitos adversos foram coletados quando presentes.

O principal desfecho investigado foi o controle glicêmico, através da HbA1c, outras variáveis de interesse foram incluídas como: glicemia em jejum e pós prandial; lipídios séricos e frações, pressão arterial; antropometria/composição corporal, aptidão física e mudanças na medicação.

3.6 Avaliação da Qualidade metodológica

A qualidade metodológica de cada estudo foi analisada com base na escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database). A maioria dos critérios da escala de qualidade PEDro baseia-se na escala Delphi, e consiste em um “consenso de especialistas” e não em dados empíricos. O objetivo da escala é auxiliar os pesquisadores quanto à qualidade metodológica dos Ensaios Clínicos Aleatórios (ECAs) (validade interna, critérios 2 a 9 da escala), bem como avaliar a descrição estatística, isto é, se o estudo contém informações estatísticas mínimas para que os resultados possam ser interpretáveis (critérios 10 e 11 da escala). Não são avaliadas a validade externa do estudo, generalização dos resultados, nem a magnitude do efeito de tratamento (isto é, se os resultados são clinicamente relevantes ou não) (SHIWA et al., 2011).

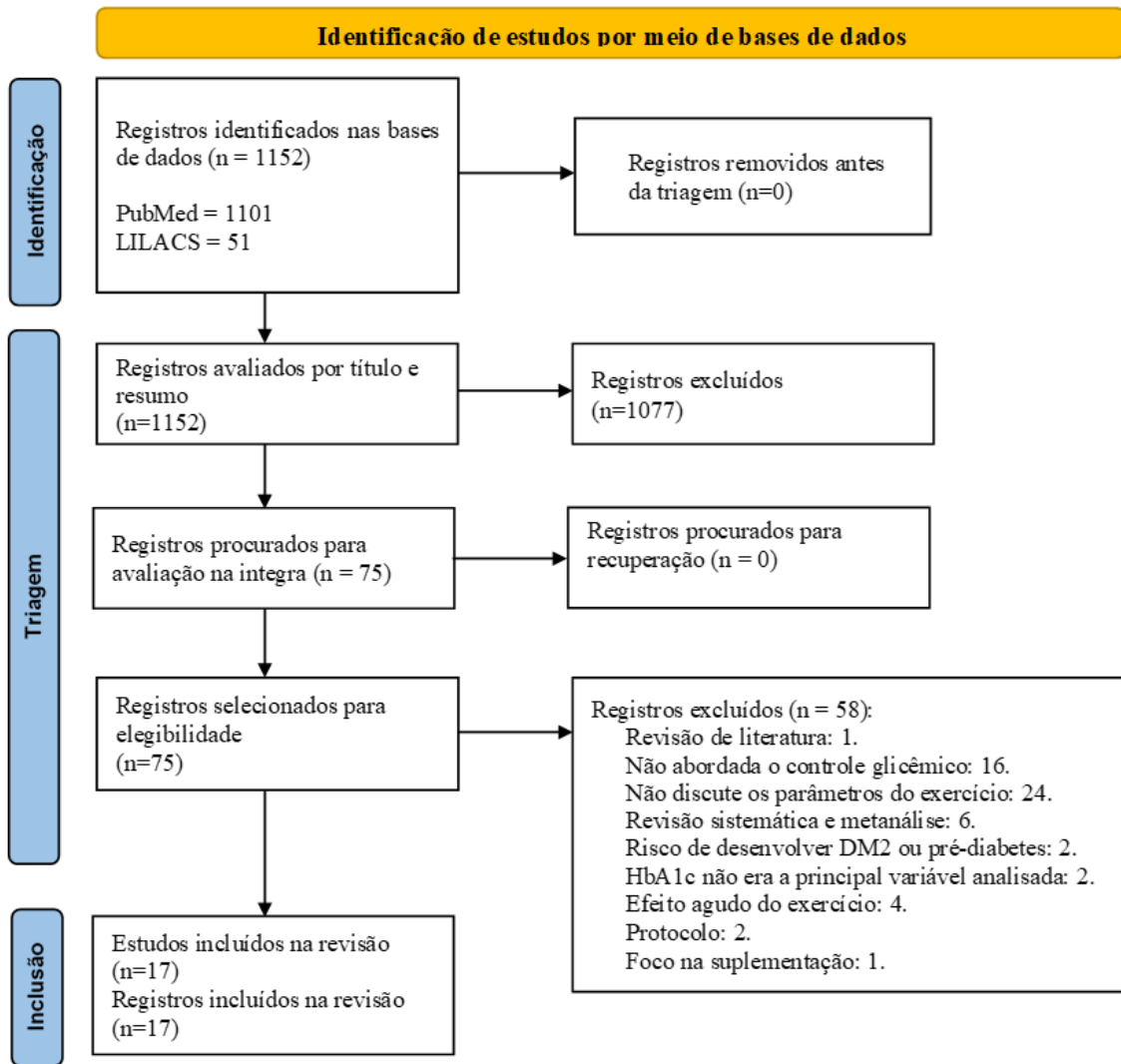
Foi avaliado somente o que está reportado no manuscrito, quando houve dúvida por parte do avaliador na hora de pontuar o critério, o mesmo foi qualificado como “não”, obedecendo a recomendação da escala. A pontuação final da escala de qualidade PEDro foi dada por meio da soma do número de critérios que foram classificados como satisfatórios entre os critérios 2 ao 11. O critério 1 não é considerado para a pontuação final por tratar-se de um item que avalia a validade externa do estudo. Cada ensaio clínico foi avaliado por dois avaliadores independentes e, no caso de discordância de avaliação de qualquer item em questão, um terceiro avaliador faria a arbitragem final, porém não ocorreu discordância em nenhuma das avaliações. A pontuação final pode variar entre 0 e 10 pontos (SHIWA et al., 2011). Para os ensaios clínicos que se encontravam indexados na plataforma PEDro foi utilizada a avaliação realizada pela base de dados (ALVAREZ et al., 2016b; BACCHI et al., 2012b; BANITALEBI et al., 2019, 2021; CASSIDY et al., 2019b; GHOLAMI; NAZARI; ALIM, 2020b; MAGALHÃES et al., 2019b; MITRANUN et al., 2014a; NICOLUCCI et al., 2012b; PANDEY; SUSKIN; POIRIER, 2017; SABAG et al., 2020b; YANG et al., 2017).

4 RESULTADOS

4.1 Seleção da literatura

Um total de 1152 registros foram inicialmente identificados neste estudo¹. Depois de revisar os títulos e resumos, 75 foram selecionados para leitura na íntegra (73 - Pubmed e 2 - Lilacs). Destes, 58 foram excluídos (revisão de literatura -1, não abordada o controle glicêmico - 16, não discute os parâmetros do exercício - 24, revisão sistemática e metanálise - 6, risco de desenvolver DM2 ou pré-diabetes - 2; não apresentar dados referentes a HbA1c - 2, efeito agudo do exercício - 4, protocolo de intervenção - 2, foco na suplementação nutricional - 1). Finalmente, 17 estudos preencheram nossos critérios de inclusão (ALVAREZ et al., 2016b; BACCHI et al., 2012b; BANITALEBI et al., 2019, 2021; CASSIDY et al., 2019b; DE ANDRADE et al., 2016; DELEVATTI et al., 2016b; GHOLAMI; NAZARI; ALIM, 2020b; LI et al., 2012; MAGALHÃES et al., 2019b; MITRANUN et al., 2014a; NICOLUCCI et al., 2012b; PANDEY; SUSKIN; POIRIER, 2017; SABAG et al., 2020b; STØA et al., 2017b; WINDING et al., 2018b; YANG et al., 2017). O processo de seleção detalhado é descrito na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma de seleção dos artigos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota 1: Todos os registros encontrados na presente revisão são artigos publicados nas bases de dados pesquisadas. Doravante, utilizaremos as palavras registros e artigos como equivalentes.

4.2 Características dos estudos incluídos

Um total de 1.141 pessoas com DM2 foram incluídas em nosso estudo (745 em grupos de exercícios e 396 em grupos de controle não exercitado). A data de publicação dos estudos foi de 2012 a 2021, destes 3 eram de 2012, 1 de 2014, 3 de 2016, 3 de 2017, 1 de 2018, 3 de 2019, 2 de 2020 e 1 de 2021. Quanto ao tipo de estudo 15 (88,2%) eram ensaios clínicos randomizados e 2 (11,8%) eram ensaios clínicos não randomizados. A média de idades dos pacientes variou de 45,6 a 61,7 anos. O tempo médio de intervenção foi de 17 semanas, variando de 9 semanas a 48 semanas. Seis estudos 35,3% relataram não terem tido nenhum evento adverso durante a intervenção, dois (11,8%) relataram algum evento (dor nas costas, tendinite, hipoglicemia ou lesão muscular), e nove (52,9%) não apresentaram nenhuma informação. As características dos estudos incluídos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos ensaios clínicos incluídos na presente revisão. São descritas características gerais dos participantes ao início do estudo, tempo de intervenção, aderência à intervenção proposta e eventos adversos decorrentes do programa de intervenção.

<i>Referência</i>	<i>Tipo de Estudo</i>	<i>Características dos Participantes (Baseline)</i>	<i>Tempo de Intervenção/ Aderência à Intervenção</i>	<i>Eventos adversos</i>
<i>Alvarez et al., 2016</i>	ECR	Grupo HIIT: 45,6 ± 3,1 anos de idade; 30,6±1 kg/m ² . Grupo Controle: 43,1±1,5 anos de idade, 30,4±0,4 kg/m ² .	16 semanas / 89 ± 5% sessões.	Não houveram
<i>Andrade et al., 2016</i>	ECNR	Idade média: 51,72 anos; HbA1c: 5,6±1,8 %	12 semanas / Sem informação	Sem informação
<i>Bacchi et al., 2012</i>	ECR	Grupo aeróbio*: 57,2± 1,6 anos de idade; 29,5 ± 1,1 kg/m ² ; HbA1c: 7,29± 0,15%. Grupo Resistido: 55,6 ± 1,7 anos de idade; 29,2 ± 1,0 kg/m ² ; HbA1c: 7,30± 0,16%.	4 meses / Treino aeróbio: 93%; Treino resistido: 89%	Dor nas costas (n=4); Tendinite (n=1); Hipoglicemia assintomática (n=17)
<i>Banitalebi et al., 2019</i>	ECR	Grupo HIIT: 55,36 ±5,94 anos de idade; 29,27 ±3,0 kg/m ² ; HbA1c 9,6± 1,1%. Grupo combinado: 54,14 ±5,43 anos de idade; 28,68 ±4,34 kg/m ² ; HbA1c 9,5± 0,9%. Controle: 55,71± 6,40 anos de idade; 30,12 ±3,52 kg/m ² ; HbA1c 9,0 ± 0,5%.	10 semanas / HIIT: 78%; HIIT + resistido: 82%.	Não houveram.

<i>Banitalebi et al., 2021</i>	ECR	<p>Grupo HIIT: 55,36 ± 5,94 anos de idade; 29,29 ± 3,19 kg/m²; HbA1c 9,64 ± 1,01%.</p> <p>Grupo combinado: 54,14 ± 5,43 anos de idade; 30,57 ± 2,97 kg/m²; HbA1c 9,49 ± 0,85%.</p> <p>Controle: 55,71 ± 6,40 anos de idade; 29,70 ± 4,17 kg/m²; HbA1c 9,10 ± 0,51%.</p>	10 semanas / HIIT: 78%; HIIT + resistido: 82%.	Não houveram
<i>Cassidy et al., 2019</i>	ECR	<p>Grupo HIIT: 60 ± 3 anos de idade, 31,2 ± 1,70 kg/m², HbA1c 7,13 ± 0,31%.</p> <p>Controle: 59 ± 3 anos de idade, 32,0 ± 1,65 kg/m², HbA1c 7,18 ± 0,17%.</p>	12 semanas / HIIT: os participantes atingiram frequência máxima ao estudo (36 ± 0,9 sessões).	Sem informação
<i>Delevatti et al., 2016</i>	ECR	<p>Exercícios na água: 54,3 ± 9,1 anos de idade; 34,5 ± 3,9 kg/m²; HbA1c 6,4 %.</p> <p>Exercícios na terra: 60,1 ± 7,3 anos de idade; 29,9 ± 3,6 kg/m²; HbA1c 6,4 %.</p>	9 semanas / Sem informação	Sem informação
<i>Gholami et al., 2020</i>	ECR	<p>Grupo aeróbio*: 53,4 ± 9,1 anos de idade; 28,2 ± 2,5 kg/m².</p> <p>Controle: 52,2 ± 8,5 anos de idade; 28,7 ± 1,8 kg/m².</p>	12 semanas / > 90%	Não houveram
<i>Li et al., 2012</i>	ECR	<p>Grupo HIIT: 50,3 ± 1,2 anos de idade; 26,1 ± 0,7 kg/m²; HbA1c 6,6 ± 0,2%.</p> <p>Grupo aeróbio de baixa intensidade (LI): 52,0 ± 1,3 anos de idade; 25,9 ± 0,6 kg/m²; HbA1c 6,7 ± 0,2%.</p>	12 semanas / Sem informação	Sem informação
<i>Magalhães et al., 2019</i>	ECR	<p>Grupo HIIT: 56,7 ± 8,3 anos de idade; 30,1 ± 5,7 kg/m²; HbA1c 6,9 ± 1,1%.</p> <p>Grupo aeróbio*: 59,7 ± 6,5 anos de idade; 31,1 ± 5,0 kg/m²; HbA1c 7,4 ± 1,9%.</p> <p>Controle: 59,0 ± 8,1 anos de idade; 30,7 ± 5,0 kg/m²; HbA1c 7,4 ± 1,8%.</p>	12 meses / HIIT: 86,8%; Aeróbio: 86,2%	Lesões musculares (n=3)
<i>Mitranun et al., 2014</i>	ECR	<p>Grupo HIIT: 61,7 ± 2,7 anos de idade; 29,4 ± 0,7 kg/m²; HbA1c: 61 ± 2 mmol/mol.</p> <p>Grupo aeróbio*: 61,2 ± 2,8 anos de idade; 29,6 ± 0,5 kg/m²; HbA1c: 60 ± 2 mmol/mol.</p> <p>Controle: 60,9 ± 2,4 anos de idade; 29,7 ± 0,4 kg/m²; HbA1c: 62 ± 2 mmol/mol.</p>	12 semanas / Sem informação	Sem informação

<i>Nicolucci et al., 2012</i>	ECR.	<p>Grupo combinado: < 60 anos de idade, n=163, e ≥ 60 anos de idade, n=140 ; 31,2 ± 4,6 kg/m²; HbA1c: 7,12 ± 1,4%.</p> <p>Grupo controle: < 60 anos de idade, n=163, e ≥ 60 anos de idade, n=140; 31,9 ± 4,6 kg/m²; HbA1c: 7,15 ± 1,4%.</p>	12 meses / Sem informação	Sem informação
<i>Pandey et al., 2017</i>	ECR	<p>Grupo aeróbio*: 65±9 anos de idade; 32,4± 1,9 kg/m²; HbA1c: 8,18±0,35%.</p> <p>Grupo Burst: 68±9 anos de idade; 32,3± 2,1 kg/m²; HbA1c: 8,14±0,49%.</p>	3 meses / Maior no Grupo Burst	Sem informação
<i>Sabag et al., 2020</i>	ECR.	<p>Grupo aeróbio*: 54,8 ± 2,4 anos de idade; 34,3 ± 1,1 kg/m²; HbA1c: 7,3 ± 0,4 %.</p> <p>Grupo HIIT: 56,9 ± 2,1 anos de idade; 37,5 ± 1,6 kg/m²; HbA1c: 7,1 ± 0,4 %.</p> <p>Grupo controle: 51,9 ± 1,4 anos de idade; 35,8 ± 1,7 kg/m²; HbA1c: 7,6 ± 0,5 %.</p>	12 semanas / Aeróbio: 93%; HIIT: 98%; Controle: 63%	Não houveram
<i>Stoa et al., 2017</i>	ECNR	<p>Grupo HIIT: 59 ± 11 anos de idade; 32,0±4,7 kg/m²; HbA1c: 7,78±1,39 %.</p> <p>Grupo aeróbio*: 59 ±10 anos de idade; 31,1±4,5 kg/m²; HbA1c: 6,84±0,88 %.</p>	12 semanas / Sem informação	Sem informação
<i>Winding et al., 2018</i>	ECR	<p>Grupo aeróbio*: 58 ± 8 anos de idade; 27,4 ± 3,1 kg/m²; HbA1c: 6,9 ± 0,9 %.</p> <p>Grupo HIIT: 54 ± 6 anos de idade; 28,1 ± 3,5 kg/m²; HbA1c: 6,8 ± 0,8 %.</p> <p>Grupo controle: 57 ± 7 anos de idade; 28,0 ± 3,5 kg/m²; HbA1c: 7,0 ± 1,15 %.</p>	11 semanas / HIIT: 91%; Aeróbio: 94%.	Não houveram
<i>Yang et al., 2017</i>	ECR	<p>Treinamento Resistido de moderada intensidade e baixo volume: 52,2 ± 1,0 anos de idade. 32,5 ± 0,9 kg/m²; HbA1c: 7,6 ± 0,3%</p> <p>Treinamento Resistido de alta intensidade e alto volume: 49,8 ± 1,4 anos de idade; 30,2 ± 0,7 kg/m²; HbA1c: 7,7 ± 0,2%</p> <p>Treinamento Resistido de moderada intensidade e alto volume: 54,6 ± 1,2 anos de idade; 32,4 ± 0,8 kg/m²; HbA1c: 7,4 ± 0,3 %.</p>	6 meses / Sem informação	Sem informação

ECR: Ensaio Clínico Randomizado. ECNR: Ensaio Clínico Não Randomizado. HIIT: Treino Intervalado de Alta Intensidade. LI: Treino aeróbio de baixa intensidade. BURST: exercício contínuo de alta intensidade;*Treino aeróbio de moderada intensidade

4.3 Resultados de risco de viés

Os resultados do risco de viés estão apresentados na tabela 2. Quatro artigos (23,5%) foram considerados com alto risco de viés, apresentando baixa qualidade metodológica conforme a análise com base na escala PEDro [Andrade et al., 2016; Cassidy et al., 2019; Nicolucci et al., 2012 e Stoa et al., 2017], com escores abaixo de 5 na escala. Treze (76,5%) artigos possuem moderada a alta qualidade metodológica (com escores iguais ou superiores a 5 na Escala PEDro).

Tabela 2. Avaliação do risco de viés - Escala PEDro

Critérios PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Artigo												
Alvarez et al., 2016	S	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	6/10
Andrade et al., 2016	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	1/10
Bacchi et al., 2012	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S	7/10
Banitalebi et al., 2019	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	5/10
Banitalebi et al., 2021	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	5/10
Cassidy, et al. 2019	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	N	4/10
Delevatti et al., 2016	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10
Gholami et al.,2020	N	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	5/10
Li et al., 2012	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10
Magalhães et al., 2019	S	S	N	S	N	N	N	N	S	S	S	5/10
Mitranun et al., 2014	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10
Nicolucci et al., 2012	S	S	N	N	N	N	N	S	N	S	S	4/10
Pandey et al., 2017	N	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10
Sabag et al., 2020	N	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10
Stoa et al., 2017	S	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	4/10

Winding et al., 2018	N	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10
Yang et al., 2017	S	S	N	S	N	N	S	N	S	S	S	6/10

Crêterios: 1 - Os cr terios de elegibilidade foram especificados (este cr terio não   usado para calcular a pontua o PEDro); 2 - Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos; 3 - A aloca o dos sujeitos foi secreta; 4 - Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes; 5 - Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo; 6 - Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega; 7 - Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega; 8 - Mensura es de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos; 9 - Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensura es de resultados receberam o tratamento ou a condi o de controle conforme a aloca o ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “inten o de tratamento”; 10 - Os resultados das compara es estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave; 11 - O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave;

Fonte: Escala PEDro. Disponível em: <https://pedro.org.au/portuguese/resources/pedro-scale/>

4.4 Características dos protocolos de interven o

A maioria dos artigos relata a utiliza o do exercício aeróbio como forma de interven o (14 estudos - 82,4%), sendo que dentro destes, 11 grupos de interven o utilizaram exercícios de alta intensidade e 9 utilizaram exercícios de moderada intensidade; a dura o das sessões variou de 15 a 60 minutos; os tipos de exercícios mais realizados foram através de ergômetros (esteira ergométrica e/ou cicloerg metro); apenas 5 (35,7%) estudos com exercícios aeróbios informaram alguma forma de monitoramento (4 usaram cardiofrequencímetro e um utilizou a escala de Borg); 12 (85,7%) estudos optaram pela realiza o de exercícios aeróbicos 3 vezes por semana e 2 (14,3%) estudos por 5 vezes na semana (Tabela 3).

O treinamento resistido isoladamente foi utilizado em um estudo (5,9%), em alta intensidade, com dura o de 60 minutos, 3 vezes por semana e utilizava pesos livres e máquina de muscula o para sua realiza o.

Cinco estudos (29,4%) e um total de 8 grupos utilizaram o treinamento combinado (aeróbio e resistido) como forma de tratamento, sendo que dentro destes 3 grupos utilizaram intensidade moderada, 2 grupos utilizaram intensidade alta e 2 grupos utilizaram intensidade baixa, e 1 grupo utilizou intensidade moderada, progredindo para alta intensidade. Quanto ao tipo de exercício, foram utilizados para prática da parte aeróbia o ciclismo, caminhada ou ergométricos e para a parte resistida, máquinas de muscula o ou pesos livres; dois (40%) estudos utilizaram alguma forma de monitoramento (cardiofrequencímetro). A dura o das sessões variou entre 20 a 75 minutos. Três (60%) estudos optaram pela realiza o de

exercícios combinados 3 vezes por semana, 1 (20%) estudo optou por 5 vezes na semana, e 1 (20%) estudo optou por 2 vezes na semana.

Tabela 3. Características dos protocolos de intervenção por exercícios físicos. Informações sobre modalidade, tipo de exercício, duração, intensidade, monitoramento da intensidade, frequência e volume.

<i>AUTOR</i>	<i>MODALIDADE / TIPO DE EXERCÍCIO</i>	<i>INTERVENÇÃO (PROTOCOLO)</i>		
		Nº de séries, repetições e intervalos (Resistido) / Duração da sessão (Aeróbico)	Intensidade /monitoramento	Frequência
<i>Alvarez et al., 2016</i>	HIIT progressivo, com intervalos de exercícios de alta intensidade (corrida/trote) intercalado com recuperação ativa de baixa intensidade (caminhada): n=13 Grupo controle: n=10	Sem 0-4: 8 x 30 a 34 s. Descanso: 9 x 120 s.	Corrida: 90 a 100% FCreserva. Caminhada: <70% FCreserva.	3x/sem.
		Sem 5-9: 10 x 38 a 44 s. Descanso: 11 x 108 s.		
		Sem 10-13: 12 x 46 a 50 s. Descanso: 13 x 100 s.		
		Sem 14-16: 14 x 52 a 58s. Descanso: 15 x 96 s.		
<i>Andrade et al., 2016</i>	Exercício aeróbico (caminhada): n=25	50 minutos	50-60% FCreserva	3x/sem.
<i>Bacchi et al., 2012</i>	Treino aeróbico (equipamento de treino cardiovascular): n=19	60 minutos	60 a 65% da FCreserva Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro)	3x/sem.
	Treino resistido (pesos livres e máquinas de musculação): n=19	60 minutos 9 exercícios - 3 séries de 10 repetições para cada exercício.	Fase de adaptação 30 a 50% 1RM. Aumento gradual para 70 a 80% de 1RM	
	Controle: n=18			

<i>Banitalebi et al., 2019</i>	Treinamento combinado (aeróbio: esteira ou ergômetro / resistido: máquinas de musculação): n=14	Aeróbio: Sem. 1-2: 20 min Sem 3-10: 30 min	Sem 1 a 2 - 60% FC máx; Sem. 3 a 10 - 70% da FC máx. Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro)	3x/sem.
		8 exercícios Sem 1 a 2 – 1x15 repetições máximas; Sem 3 a 10 - 2 a 3 séries de 10 a 12 repetições máxima	—	
	Treino aeróbio intervalado de alta intensidade (HIIT) (cicloergômetro): n=14	Aquecimento de 5 min, ciclos de 4×30 seg. intercalada com 2 min de recuperação e 4 minutos de resfriamento.	Intensidade máxima, a potência ajustada com base no desempenho e esforço percebido nos participantes.	
	Controle: n=14			
<i>Banitalebi et al., 2021</i>	Treinamento combinado (aeróbio: esteira ou ergômetro / resistido: máquinas de musculação): n=14	Sem. 1-2: 20 min Sem 3-10: 30 min	Sem 1 a 2 - 60% FCmáx; Sem. 3 a 10 - 70% da FCmáx. Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro)	3x/sem.
		Aeróbio + resistido: 20 a 50 min		
		Sem 1 a 2 – 1x15 repetições máximas; Sem 3 a 10 -2 a 3 séries de 12 a 10 repetições máximas.	—	
	Treino aeróbio intervalado de alta intensidade (HIIT) (cicloergômetro): n=14	Aquecimento de 5 min, ciclos de 4×30 seg. intercalada com 2 min de recuperação e 4 minutos de resfriamento.	Intensidade máxima, potência ajustada com base no desempenho e esforço percebido nos participantes	
	Controle: n=14			

<i>Cassidy et al., 2019.</i>	HIIT (bicicleta ergométrica): n=11. Controle: n=11	Aquecimento de 5 min. com esforço percebido (RPE) de 9 ('muito leve') a 13 ('um pouco difícil'). Cinco intervalos em que o RPE atingiu 16-17 ('muito difícil'). Cada intervalo foi intercalado com um período de recuperação de 3 min. Desaquecimento de 3 min. ao final. A duração dos intervalos: 1ª sem. foi de 2 min., aumentando em 10 segundos a cada semana.	A intensidade foi avaliada usando a escala de Borg 3x/sem.
<i>Delevatti et al., 2016</i>	Exercício aeróbio Grupo aquático: Caminhada em águas profundas ou corrida com colete salva-vidas, n=14 Grupo terrestre: caminhada ou corrida em uma pista de atletismo, n=11	45 min (aquecimento: 5 min.; treinamento principal: 35 min.; desaquecimento: 5 min.)	A intensidade foi ajustada de acordo com o ponto de deflexão da frequência cardíaca de cada indivíduo. M1 - Sem. 1-3: 85 a 90% FCLAn M2 - Sem. 4-6: 90 a 95% FCLAn M3 - Sem. 7-9: 95 a 100% FCLAn Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro) 3x/sem.
<i>Gholami et al., 2020</i>	Exercício aeróbio (cicloergômetro): n=16 Controle: n=15	2 semanas de familiarização: 20 min. 12 semanas: 30 a 45 min.	2 semanas de familiarização: 50% FC de reserva 12 semanas: 50 a 70% da FC de reserva 3x/sem.
<i>Li et al., 2012</i>	Exercício aeróbio de baixa intensidade (LI) (esteira): n=27	Sem 1: 1x15 min Sem 2: 2x15 min Sem. 3-4: 2x20 min Sem. 5-12: 2x120 kcal -56,1 min	Sem. 1-2: 50% VO2pico Sem. 3-4: 50% VO2pico. Sem. 5-12: 50% VO2pico. Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro) 5x/sem.

	Exercício aeróbio de alta intensidade (HIIT) (esteira): n=28	Sem 1: 1x15 min Sem 2: 2x15 min Sem. 3-4: 2x15 min. Sem. 5-12: 2x120 kcal - 34,3 min	Sem. 1-2: 50% VO ₂ pico Sem. 3-4: 65% VO ₂ pico. Sem. 5-12: 75% VO ₂ pico. Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro)	
<i>Magalhães et al., 2019</i>	Treino intervalado de alta intensidade (HIIT) (ciclismo) + resistido (TR), n=13	Calculada usando a meta semanal de gasto energético (10 kcal/kg) e levando em consideração o VO ₂ máx individual. Atualização mensal com base no peso corporal, e há cada 3 meses com base no VO ₂ máx, sem alterar a meta semanal de 10 kcal/kg. HIIT: 45,0±7,1 min. TR: 8 exercícios - 1 série de 10 a 12 repetições	HIIT: -Fase 1: exercício contínuo de moderada intensidade 40 a 60%FCreserva -Fase 2: ciclos de 2 min a 70-80%FCreserva e 1 min a 40-60% FCreserva -Fase 3: 1 min a 90% FCreserva e 1 min a 40-60% FCreserva TR: Aumentado do peso ao completar 12 repetições para cada série de exercícios em duas sessões consecutivas.	3x/sem.
	Treino contínuo de moderada intensidade (CONT) (ciclismo) + resistido (TR), n=16	CONT: 33,1±6,4 min TR: 8 exercícios - 1 série de 10 a 12 repetições	Aeróbio: 40 a 60% FCreserva TR: Aumentado do peso ao completar 12 repetições para cada série de exercícios em duas sessões consecutivas.	
	Controle: n=22			
<i>Mitranun et al., 2014</i>	Exercício aeróbio contínuo (CON) (esteira): n=14	-Sem. 1-6: 30 min -Sem. 7-12: 40 min.	-Sem. 1-2: 50% VO ₂ pico -Sem. 3-6: 60% VO ₂ pico -Sem. 7-12: 65% VO ₂ pico	3x/sem.

	Exercício aeróbio intervalado (HIIT) (esteira): n=14		-Sem. 1-2: 50% VO _{2pico} -Sem. 3-6: 1 min. a 80% VO _{2pico} e 4 min. a 50% VO _{2pico} -Sem. 7-12: 1 min. a 85% VO _{2pico} e 4 min. a 60% VO _{2pico} .	
	Controle: n=15			
<i>Nicolucci et al., 2012</i>	Treinamento combinado (aeróbio: esteira, step, elíptico, armergômetro ou cicloergômetro / resistido: 4 exercícios: supino, puxada lateral para baixo, leg press e flexão abdominal, ou exercícios equivalentes direcionados aos mesmos músculos): n= 278	75 min		A intensidade foi ajustada de acordo com as melhorias no VO _{2max} e aptidão muscular, conforme registrado ao longo do estudo
	Controle: n= 260			2x/sem.
<i>Pandey et al., 2017</i>	Exercício contínuo de intensidade moderada (MICT) (esteiras, bicicletas ergométricas, e caminhadas ao ar livre): n= 19	30 min	60% FC _{máxima} Palpação da artéria carótida, contagem do número de batidas por 30 s a 3 min.	5x/sem.
	Exercício contínuo de alta intensidade (BURST) (esteiras, bicicletas ergométricas, e caminhadas ao ar livre): n= 21	3x10min	85% FC _{máx} Palpação da artéria carótida, contagem do número de batidas por 30 s a 3 min.	
<i>Sabag et al., 2020</i>	Exercício contínuo de intensidade moderada (MICT) (ciclismo): n=10	40 a 55 min.	60% VO _{2pico}	3x/sem.
	Exercício intervalado de alta intensidade (HIIT) (ciclismo): n=12	Mínimo de 19 min. 10 min. de aquecimento 4 min. de HIIT	90% VO _{2pico}	
	Controle: n=10	5 min. de desaquecimento		

<i>Stoa et al., 2017</i>	Treino aeróbio intervalado de alta intensidade (HIIT) (caminhada ou corrida em ambiente externo): n=19	15 min de aquecimento 70%FCpico; 4x4min a 90%FCpico com intervalos de 3 min a 70%FCpico 12 min de desaquecimento a 70%FCpico	85-95%FCpico Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro)	3x/sem.
	Treino contínuo de moderada intensidade (MICT) (caminhada ou corrida em ambiente externo): n=19	60 min	70-75% FCpico Monitoramento objetivo (cardiofrequencímetro)	
<i>Winding et al., 2018</i>	Treino aeróbio de intensidade moderada (END) (ciclismo): n=12	40 min	50% do pico de carga de trabalho (Wpico)	3x/sem.
	Exercício intervalado de alta intensidade (HIIT) (ciclismo): n=13	20 min.	1 min a 95% Wpico e 1 min a 20% Wpico	
	Controle: n=7			
<i>Yang et al., 2017</i>	Treino resistido de baixa intensidade (TR1) (resistido: 10 exercícios - 8 exercícios com pesos livres, um exercício abdominal e um exercício de fortalecimento do core) + aeróbio (caminhada ou ciclismo): n=16	10 exercícios - 2 séries de 15 repetições Começou o TR após 3 meses (50%)	TR1: 50% de 1 RM	5x/sem
	Treino resistido de alta intensidade (TR2) + aeróbio: n=17	10 exercícios - 3 séries de 7 repetições Começou o TR no início (100%)	TR2: 75% de 1 RM	
	Treino resistido de baixa intensidade (TR3) + aeróbio: n=18	10 exercícios - 2 séries de 15 repetições Começou o TR no início (100%)	TR3: 50% de 1 RM TA: 60 a 80% FCreserva ou VO ₂ pico	

HIIT: Treino Intervalado de Alta Intensidade; FC: Frequência Cardíaca; VO₂: Consumo de oxigênio; FCLAn: Limite anaeróbio da frequência cardíaca.

4.5 Impacto de intervenção por exercícios físicos sobre o controle glicêmico e demais variáveis

Dentre os 20 grupos de intervenção que utilizaram o treinamento aeróbio (14 artigos), 12 grupos apresentaram redução significativa da glicemia de jejum ou da glicemia pós prandial (ALVAREZ et al., 2016b; BACCHI et al., 2012b; BANITALEBI et al., 2019, 2021; DE ANDRADE et al., 2016; DELEVATTI et al., 2016b; GHOLAMI; NAZARI; ALIMI, 2020b; MITRANUN et al., 2014a; SABAG et al., 2020b; WINDING et al., 2018b), 2 grupos apresentaram resultado não significativo (LI et al., 2012; WINDING et al., 2018b), e 6 grupos não avaliaram as variáveis glicemia de jejum e/ou glicemia pós prandial (CASSIDY et al., 2019; PANDEY; SUSKIN; POIRIER, 2017; STØA et al., 2017). A HbA1c reduziu significativamente em 14 grupos que utilizaram o exercício aeróbio como intervenção, sendo que a redução desta variável foi mais observada nos grupos que utilizaram exercícios aeróbios de alta intensidade (9/11 grupos de alta intensidade), em comparação com os de moderada intensidade (5/9 grupos de moderada intensidade)(ALVAREZ et al., 2016b; BACCHI et al., 2012b; BANITALEBI et al., 2019, 2021; CASSIDY et al., 2019a; DE ANDRADE et al., 2016; GHOLAMI; NAZARI; ALIMI, 2020b; MITRANUN et al., 2014a; PANDEY; SUSKIN; POIRIER, 2017; SABAG et al., 2020b; STØA et al., 2017b; WINDING et al., 2018b), 5 grupos não apresentaram mudanças significativas (LI et al., 2012; MITRANUN et al., 2014a; STØA et al., 2017b; WINDING et al., 2018b) e um grupo não avaliou (DELEVATTI et al., 2016a). Em 2 artigos a redução da glicemia de jejum ou da glicemia pós prandial foi semelhante para os grupo aeróbio de alta e o de moderada intensidade (MITRANUN et al., 2014a; SABAG et al., 2020b), a redução da HbA1c também foi semelhante em 1 artigo (SABAG et al., 2020b) que comparou o exercício aeróbio de alta intensidade com o exercício aeróbio de moderada intensidade. Dentre os grupos que realizaram exercícios em alta intensidade, 9 tiveram frequência de 3 vezes por semana e 2 tiveram frequência de 5 vezes por semana com duração dos exercícios variando de 15 a 45 minutos. Entre os grupos de moderada intensidade a frequência foi de 3 vezes em 7 grupos e em 2 grupos foi de 5 vezes por semana com duração variando de 30 a 60 minutos por sessão.

No grupo que realizou treinamento resistido houve redução de ~7% (-12, mg/dL (IC95%: -23,4 a -0,5) da glicemia de jejum e de -0,35% (IC95%: -0,59 a -0,10) da HbA1c, valores semelhantes aos encontrados em comparação com o exercício aeróbio, não havendo diferença estatística entre os grupos (BACCHI et al., 2012).

Em relação ao treinamento combinado, 8 grupos utilizaram este tipo de treinamento (BANITALEBI et al., 2019, 2021; MAGALHÃES et al., 2019b; NICOLUCCI et al., 2012b; YANG et al., 2017), sendo que dentre eles, 2 utilizaram baixa intensidade, 3 utilizaram intensidade moderada, 2 utilizaram intensidade alta e 1 utilizou intensidade moderada a intensa. Um grupo que utilizou exercício combinado de moderada intensidade - 3 vezes por semana e duração de 20 a 30 minutos - encontrou redução da glicemia de jejum de ~23,7%, 6 grupos não encontraram redução significativa para glicemia de jejum ou glicemia pós prandial e 1 grupo não avaliou esta variável. Quanto a HbA1c, 6 grupos encontraram redução significativa da mesma, independente da intensidade utilizada, a frequência dos exercícios variou de 2 a 5 vezes por semana e a duração de 20 a 75 minutos. Os resultados aqui descritos podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Impacto dos protocolos de intervenção por exercícios físicos sobre o controle glicêmico, perfil lipídico, pressão arterial, indicadores antropométricos, composição corporal, aptidão física e medicações em uso. As variações de redução ou aumento após as intervenções são representadas através dos sinais (-) ou (+), respectivamente, à frente dos valores indicados em cada variável. Somente modificações estatisticamente significativas são apresentadas na tabela.

<i>Autor</i>	<i>Glicose jejum / pós-prandial</i>	<i>HbA1c</i>	<i>Lipídios</i>	<i>Pressão Arterial</i>	<i>Mudanças da medicação associadas ao treinamento</i>	<i>Antropometria/composição corporal</i>	<i>Aptidão física</i>
<i>Alvarez et al., 2016</i>	Glicose de jejum: redução de ~ 14% (19,8 ± 1,9 mg / dl).	Redução ~12% de 0,9 ± 0,1% .	Aumento no HDL (10,1 ± 1,1mg/dL) e diminuição dos triglicerídeos (22,9 ± 3,4mg/dL)	Redução de 3,7 ± 0,5 mmHg na pressão arterial sistólica.	Sete pacientes do grupo HIIT reduziram sua dosagem diária de metformina e glibenclamida. Três pacientes em uso de anti-hipertensivos pararam de tomar a medicação.	Reduções em: Peso corporal (-1,6 ± 0,2 kg), IMC (-2,1 ± 0,3%), Circunferência da cintura (-4,1 ± 0,6 cm); Espessura das dobras cutâneas (-18,6 ± 1,4 mm).	Melhora no desempenho cardiorrespiratório: Redução de 9.8% (± 1,0%, do tempo para caminhar 2km.
<i>Andrade et al., 2016</i>	Glicemia de jejum: n.s Glicemia pós-prandial: redução de ~17% após a 8ª sem e ~27% após 12ª semanas (1º sem = 208±83mg/dl; 8º sem = 173±57mg/dl; 12º sem. =151±57mg/dl).	Redução após a 12ª semana de ~16% (1º sem = 5,6%±1,8; 12º sem. = 4,7%±1,1).	—	—	—	—	—

<i>Bacchi et al., 2012</i>	Redução na glicemia de jejum foi maior no grupo aeróbio ~10% (-15,2 mg/dL, IC95%: -29,8 a -0,57) do que no grupo resistido ~7% (-12, mg/dL (IC95%: -23,4 a -0,5).	Redução da HbA1c maior no grupo aeróbio: -0,40 (IC95%: -0,61 a -0,18) do que no grupo resistido: -0,35% (IC95%: -0,59 a -0,10).	Houve diferença entre grupos após intervenção em relação ao HDL Aeróbio: 2,9 (-0,28 a 6,1) Resistido: 1,3 (-1,1 a 3,8) Triglicérides Aeróbio: -27,8 (-57,5 a 1,7) e Resistido: -23,9 (-49,5 a 1,6)	Houve diferença entre os grupos após intervenção PA sistólica Aeróbio: -6,8 (-15,5 a 1,8) Resistido: -5,1 (-12,4 a 2,3) PA diastólica: Aeróbio -4,6 (-9,3 a 0,06) Resistido: -2,0 (-6,6 a 2,6)	A medicação antidiabética foi reduzida em quatro indivíduos no grupo treinamento aeróbico e em dois indivíduos no grupo treinamento de resistência.	Gordura subcutânea: Aeróbio: -61,4 cm2 (IC95%: -98,4 a -24,4) Resistido: -33,5 cm2 (IC95%: -52,9 a -14,0) Gordura visceral: Aeróbio: -13,8 (IC95%: -23,9 a -3,7) Resistido: -19,5 (IC95%: -35,4 a -3,6) Massa magra dos membros: aumento de 0,4 kg no grupo aeróbio e 0,8 kg no grupo resistido, sem diferença entre os grupos.	VO ₂ pico: Grupo aeróbio: 4,0 (IC95%: 2,7–5,3) Grupo resistido: 2,1 (IC95%: 0,6–3,5).
<i>Banitalebi et al., 2019</i>	Glicemia em jejum diminuiu em ambos os grupos HIIT (~34,6%) e combinado (~23,7%).	Diminuiu nos grupos HIIT (~18,9%) e combinado (~13,1%)	—	—	—	n.s	—

Banitalebi et al., 2021

Redução na glicemia de jejum para o grupo HIIT, $d = -1,67$ (IC: -1,89 a -1,45).	Redução para o HIIT (-1,82, IC95%: -2,50 a -1,14) ($d = -1,82$, IC95%: -2,04 a -1,59) e combinado (-1,24, IC95%: -2,19 a -0,29) ($d = -1,18$, IC95%: -1,38 a -0,97), mas não o controle ($d = 0,02$, IC95%: -0,67 a 0,71).	Redução dos triglicerídeos somente para o grupo HIIT (-54,14 mg/dL IC95%: -93,26 a -15,02). ($d = -0,93$, IC95%: -1,13 a -0,73).	—	—	Redução da circunferência da cintura no grupo HIIT (-10,14 cm, 95%IC, -16,08 a -4,20) ($d = -1,15$, IC95%: -1,35 a -0,94) e combinado (-6,14 cm, IC de 95%, -11,42 a -0,86) ($d = -0,78$, IC95%: -0,98 a -0,59).	—
--	--	--	---	---	--	---

Cassidy et al., 2019.

—	Redução de 2,8 mmol/mol (-0,26%) no grupo HIIT, comparado a um aumento de 2mmol/mol (0,18%) no grupo controle.	—	—	—	n.s	—
---	--	---	---	---	-----	---

<i>Delevatti et al., 2016</i>	Redução nos níveis de glicose (p <0,001), com reduções relativas de 19%, 29% e 24% para os exercícios aquáticos e 24%, 29% e 27% para os exercícios em terra nos mesociclos 1, 2 e 3, respectivamente, sem diferenças entre mesociclos e grupos	—	—	—	—	—	—
<i>Gholami et al., 2020</i>	Redução de 17% da glicemia de jejum (-34 mg/dl).	Redução de 9,2% da HbA1c (-1,1%).	—	—	n.s	—	—
<i>Li et al., 2012</i>	n.s.	n.s.	n.s.	—	—	Redução do IMC no grupo LI (~2,3%) e grupo HI (~1,9%) e da gordura corporal total no grupo LI (~3,6%) e grupo HI (~3,3%)	Aumento do VO ₂ pico em ambos os grupos.
<i>Magalhães et al., 2019</i>	n.s	n.s	—	—	—	—	O VO ₂ max aumentou durante intervenção no grupo CONT enquanto nenhum efeito foi observado no grupo TIAI

<i>Mitranun et al., 2014</i>	<p>Redução na glicose em jejum em ambos os grupos de exercício: CONT:~12,9% (-0,99mmol/L). INT:~13,7% (-1,05mmol/L).</p>	<p>Redução apenas do grupo intervalado (intragrupo e em relação ao grupo sedentário), ~10% (-6 mmol/mol)</p>	<p>Os perfis lipídicos melhoraram significativamente em ambos os grupos Colesterol total: INT: ~10% (-0,49 mmol/L) HDL: INT: ~29,2% (0,31 mmol/L) LDL: CONT: ~16,7% (-0,57 mmol/L) INT: ~21,9% (-0,73 mmol/L)</p>	<p>Redução da pressão arterial sistólica no grupo intervalado (intragrupo), ~9% (-12 mmHg).</p>	—	<p>Melhora intragrupo das seguintes variáveis: Massa corporal: INT: ~3,2% (-2,1kg) IMC: INT:~3,7% (-1,1 kg/m²) Gordura corporal: CON: ~7,7% (-2,6%) INT:~6,7% (-2,2%) Relação cintura-quadril: CONT: ~2,1% (-0,02 cm) INT: ~2,1% (-0,02 cm)</p>	<p>O consumo máximo de oxigênio aumentou em ambos os grupos de exercícios; o aumento foi maior no grupo intervalado em relação ao grupo contínuo e ao grupo sedentário CONT:~13,9% (3,3mL/kg/min) INT:~25,2% (6,1mL/kg/min)</p>
<i>Nicolucci et al., 2012</i>	—	<p>HbA1c: -0,30% (IC95%: -0,49, -0,10)</p>	<p>HDL: 0,096 mmol/l (IC95%: 0,057, 0,137); LDL: -0,249 mmol/l (IC95%: -0,412, -0,085).</p>	<p>PA sistólica: -4,2 mmHg (IC95%: -6,9, -1,6); PA diastólica: -1,7 mmHg (IC95%: -3,3, -1,1).</p>	—	<p>Circunferência da cintura -3,6 cm (IC95%: -4,4, -2,9); IMC: -0,78 kg/m² (IC95%: -1,07, -0,49).</p>	—

<i>Pandey et al., 2017</i>	—	<p>Maior redução no grupo BURST (-0,25±0,23%) em comparação ao grupo MICT (-0,82 ± 0,37%).</p>	<p>Grupo MICT: LDL: -0,16±0,13 mmol/L Triglicerídeos: 25% ±14% (-0,17±0,28 mmol/L) HDL: 23%±14% (0,02±0,03 mmol/L) Grupo BURST: LDL: -0,37 ± 0,18 mmol/L Triglicerídeos: 5% ± 9% (-0,86 ± 0,54 mmol/L) HDL: 3% ± 5% (0,14 ± 0,08 mmol/L)</p>	—	—	—	—	<p>Os pacientes no grupo BURST (30,1±1,5 kg/m²) tiveram maior diminuição do IMC mais baixo do que aqueles no grupo MICT (31,7±1,8 kg/m²).</p>	<p>O grupo BURST obteve melhora maior na aptidão aeróbia em comparação com o grupo MICT, avaliada no teste de esforço em esteira de Bruce (6,87±1,44 minutos vs 5,40±1,96 minutos).</p>
<i>Sabag et al., 2020</i>	<p>Redução entre os grupos da glicemia de jejum. MICT: ~1,3% (-0,1 mmol/L) e HIIT: ~4,3% (-0,3 mmol/L)</p>	<p>Diminuição da HbA1c nos grupos MICT (-0,3% ± -0,3%) e HIIT (-0,3% ± -0,3%), e aumento no placebo (0,4% ± 0,2%). Não houve diferença entre as intervenções</p>	n.s	—	—	—	—	<p>Mudança na circunferência da cintura, sem diferença entre as intervenções. MICT: -3 cm HIIT: -4,2 cm</p>	<p>A CRF aumentou no grupo MICT (2,3 ± 1,2 mL/kg/min) e HIIT (1,1 ± 0,5 mL/kg/min), mas diminuiu no grupo placebo. Não houve diferença entre as intervenções.</p>

<i>Stoa et al., 2017</i>	—	Melhora da HbA1c no grupo HIIT em comparação com o MICT, com uma redução de -0,47% na HbA1c (de 7,36 para 6,89%).	—	—	Seis participantes mudaram seus medicamentos hipoglicemiantes. E quatro participantes reduziram a medicação.	Melhora no grupo HIIT, peso corporal (-1,7±1,8 kg), IMC (-0,6±0,6 kg/m ²), Gordura corporal (-2,7±2,3%), cintura (-2±3cm), e quadril (-1±2 cm)	Aumentou no grupo HIIT do VO ₂ máx relativo em 21% (5,3±2,6 ml kg ⁻¹ min ⁻¹) e o VO ₂ máx absoluto em 19% (0,45±0,22 L min ⁻¹ ;))
<i>Winding et al., 2018</i>	A glicemia em jejum reduziu no grupo HIIT ~8% (0,7 mmol/L)	Os níveis de HbA1c reduziram no grupo HIIT ~1,5%(0,1%)	n.s	n.s	—	Redução no grupo HIIT em relação à: Massa corporal total: ~1,2% (1kg) Gordura androide: ~3,2% (0,2kg) Gordura visceral: ~11,8% (0,2kg)	Aumento do VO ₂ pico foi maior (20%±20%) no grupo HIIT em comparação com o grupo END (8%± 9%).
<i>Yang et al., 2017</i>	A glicose em jejum, não apresentou melhora pré x pós treinamentos. Mas, foi diferente entre os grupos TR1 e TR3 (TR1-TR3: -1,07; IC 95%: -2,13 a -0,2).	A HbA1c reduziu após treinamento (-0,7%), sem diferenças entre os grupos. Porém o grupo TR1 mostrou a redução mais benéfica na HbA1c (-1,1%) em comparação ao TR2 (-1%) e TR3 (-0,4%)	n.s	—	—	Reduções após treinamento foram identificadas no IMC ~1,7% (-0,53kg/m ²), massa gorda ~4,1%(-1,13kg), percentual de gordura corporal ~3,1% (-1,01%) e massa corporal ~1,2% (-0,98kg), sem diferenças	VO ₂ max aumentou após o treinamento ~16,9% (3,64 ml kg ⁻¹ min ⁻¹), sem diferenças entre os grupos.

entre os grupos.

n.s: não significativo; LI: exercício aeróbio de baixa intensidade; HI: exercício aeróbio de alta intensidade; HIIT: treino intervalado de alta intensidade; CONT: treino contínuo de moderada intensidade; INT: exercício aeróbio intervalado; MICT: exercício contínuo de intensidade moderada; BURST: exercício contínuo de alta intensidade; HAIT: treino aeróbio intervalado de alta intensidade; END: treinamento aeróbio de intensidade moderada; TR1 e 3: treino resistido de baixa intensidade.

4.6 Protocolo de orientações aos profissionais sobre o exercícios físicos para pessoas com Diabetes Mellitus tipo 2

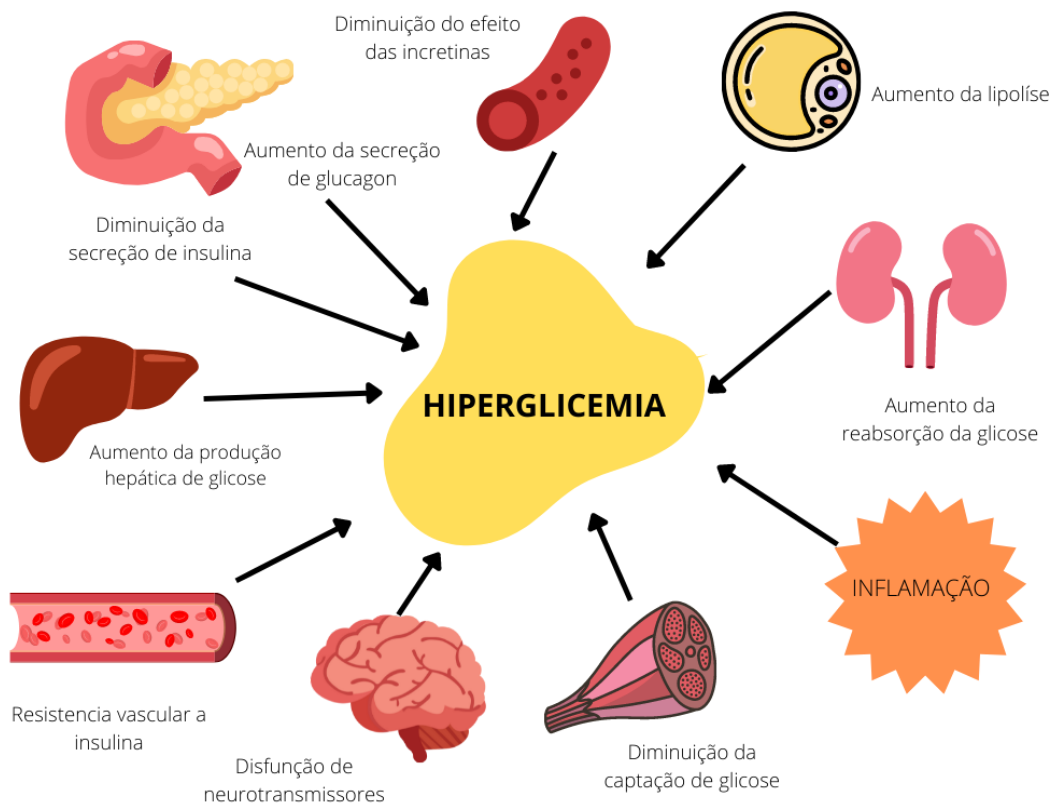
O embasamento teórico obtido a partir da revisão rápida e do estudos obtidos através da leitura de posicionamentos, guias e diretrizes de diferentes sociedade sobre o exercício físico para manejo do DM2 (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018; COLBERG et al., 2010, 2016; KANALEY et al., 2022; SIGAL et al., 2018; U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2018), serviram de base para a construção de um protocolo voltado para a orientação de profissionais acerca do exercício físico como forma de tratamento da DM2 e manejo do controle glicêmico.

Dessa forma, foram elaborados os seguintes elementos: quadros de conceitos, fluxogramas e textos explicativos construídos com linguagem objetiva e de fácil compreensão como ferramentas didáticas a fim de auxiliar na rotina ambulatorial de profissionais responsáveis pela prescrição de exercícios no manejo dos pacientes atendidos em todos os níveis de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS). O Protocolo na íntegra está apresentado como Apêndice 3.

Os fluxogramas foram construídos com auxílio de software online de diagramas e comunicação visual: Lucidchart e o software Microsoft Word, optou-se por uma interface de cores azuis com balões de conteúdo conectados por setas, ordenando-os de modo sequencial como um passo a passo de condutas. As tabelas, textos e quadros foram elaborados com auxílio do software Microsoft Word e também utilizando-se o software online Google Docs. As imagens foram construídas através do software online Canva.

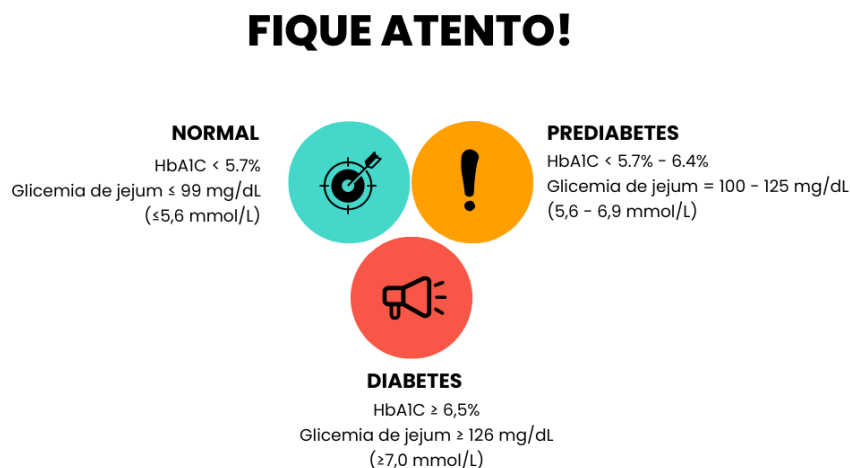
No capítulo “INTRODUÇÃO” do protocolo, optou-se por utilizar um texto explicativo prezando pela objetividade em informar sobre o que é a Diabetes Mellitus tipo 2, fatores de risco e complicações. Em seguida, foi introduzido um capítulo sobre os mecanismos fisiopatológicos da doença, intitulado “FISIOPATOLOGIA DA DM2”, com a criação de uma imagem explicativa (Figura 4).

Figura 4. Desequilíbrios fisiopatológicos causadores da hiperglicemia.



Fonte: Adaptado de DEFRONZO et al., 2015.

No tópico “CRITÉRIOS USADOS PARA O DIAGNÓSTICO DA DM2” optou-se pelo uso de um pequeno texto explicativo sobre os valores de diagnóstico para diabetes mellitus e outras categorias de hiperglicemia, foi feito uso de um quadro com os valores glicêmicos para glicemia de jejum, glicemia após o Teste Oral de Tolerância à Glicose (TOTG) e HbA1C, além de uma figura (Figura 5) com valores considerados normais, pré diabetes e diabetes.

Figura 5. Valores de alerta conforme glicemia de jejum e HbA1C

Fonte: Elaboração própria com base em AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE, 2022.

No tópico “TRIAGEM PRÉ-EXERCÍCIO” são apresentadas estratégias para triagem dos indivíduos com diabetes tipo 2 (DM2) para indicação da necessidade da realização de testes de rastreio de doenças cardiovasculares (DCV) antes do início de exercícios físicos. No tópico “EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O DIABETES” é tratado sobre como o exercício pode ser usado com tratamento para pessoas com DM2, os mecanismos de controle glicêmico e outros benefícios. Foi usada uma tabela (Tabela 5) com o gasto energético de cada exercício além de um quadro (Quadro 2) demonstrando como converter os dados apresentados na tabela que estão em forma de MET (Equivalentes Metabólico da Tarefa) em Kcal/min, a fim de realizar o acompanhamento do gasto energético do paciente durante o programa de exercícios.

Tabela 5. Gasto energético correspondente ao tipo de exercício.

TIPO DE EXERCÍCIO	MET	Kcal/min*
Calistenia, esforço leve	2,8	3,4
Calistenia, esforço moderado	3,8	4,7
Calistenia, esforço vigoroso	8	9,8
Caminhada, ritmo lento	2,5	3,1
Ciclismo, geral	7,5	9,2

Combinação caminhada + corrida	6	7,4
Corrida geral	7	8,6
Dança geral	7,8	9,6
Escada ergométrica	9	11,0
Exercícios aquáticos	5,3	6,5
Futebol	7	8,6
Pilates	3	3,7
Remo estacionário, esforço moderado	4,8	5,9
Treinador elíptico, esforço moderado	5	6,1
Treinamento de resistência (peso), vários exercícios, 8-15 repetições em resistência variada	3,5	4,3
Treinamento em circuito, esforço moderado	4,3	5,3
Vôlei geral	4	4,9

MET: Equivalente Metabólico da Tarefa.

Fonte: Adaptado de AINSWORTH et al., 2000. *Cálculo realizado com base em uma pessoa de 70 Kg realizando 60 min de exercício.

Quadro 2 - Cálculo do gasto energético



Para calcular o gasto calórico dos exercícios e realizar o acompanhamento da quantidade de energia gasta ao longo da semana podemos utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{kcal/min} = [(\text{METs} \times 3,5 \text{ ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1} \times \text{peso corporal (Kg)})/1000] * 5$$

Informações sobre a intensidade absoluta de diversas atividades para adultos podem ser encontradas no [Compendio de Atividades Físicas \(https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/home\)](https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/home).

Ex: $[7 \text{ METs} \times 3,5 \text{ ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1} \times 70\text{kg}]/1000 * 5 = 8,6 \text{ Kcal/min} \rightarrow 8,6 \text{ Kcal/min}^{-1} \times 30 \text{ min} \times 3 \text{ vezes/sem} = 774 \text{ Kcal/sem}^{-1}$

Fonte: Elaboração própria com base em AINSWORTH et al., 2000; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018

No tópico “EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS COM COMPLICAÇÕES DO DM2”, foi apresentado um texto com os principais cuidados e formas de exercícios que podem ser empregados no tratamento de pacientes que já apresentam alguma complicação da DM2. No tópico “CONTROLE GLICÊMICO EM INDIVÍDUOS COM DM2 QUE FAZEM USO DE INSULINA E SULFONILUREIA” foi criado um quadro e um fluxograma chamando a atenção dos profissionais para observação dos níveis glicêmicos dos pacientes em uso de insulina e sulfonilureia e a possibilidade ou não de iniciar o programa de exercícios, além dos cuidados a serem tomados durante a prática.

No tópico “PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS” foi criada uma tabela (Tabela 6) com os principais achados da revisão rápida em relação às modalidades de exercício físico e suas variáveis, além de um fluxograma quanto a prática em pacientes com e sem complicações, uma imagem para acompanhamento da intensidade do exercício baseado na Escala de Borg Modificada e outra imagem que apresenta a correlação entre as formas de mensuração da intensidade do exercício. O último tópico “CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE O PROGRAMA DE EXERCÍCIOS” traz orientações gerais ao profissional sobre os cuidados que este deve tomar ao iniciar o programa de exercícios e a cada sessão realizada.

Tabela 6. Recomendações para prescrição de exercícios para pessoas com DM2

<i>Modalidade</i>		<i>Tipo de exercício</i>	<i>Frequência/duração</i>	<i>Intensidade</i>	<i>Recuperação</i>	<i>Progressão</i>	<i>Monitoramento</i>
<i>AERÓBIO</i>	Moderado	Exercícios rítmicos, prolongados e que utilizam grandes grupos musculares (caminhada e corrida em ambiente externo ou esteira ergométrica, ciclismo, bicicleta ergométrica, dança etc.)	3 a 5 vezes por semana. 30 a 60 min.	64 a 76% FCmax; ou nível moderado a pouco intenso (Borg modificada: 7)	Contínuo	Aumento gradual da intensidade, duração e/ou frequência até o objetivo desejado (manutenção).	Cardiofrequencímetro ou Escala de Borg
	HIIT		3 a 5 vezes por semana. 17 a 45 min. Séries de 30 a 58s podendo progredir a períodos de até 4 min.	77 a 95% FCmax; ou nível intenso de esforço percebido (Borg modificada: 8-9)	Intervalos de descanso de 1 até 3 min	Aumento progressivo do volume; dos intervalos de alta intensidade e diminuição dos intervalos de descanso; aumento do número de séries; aumento gradual da intensidade	
<i>RESISTIDO</i>		Pesos livres, máquinas de musculação, bandas de força, peso do corpo, envolvendo os principais grupos musculares de membros inferiores, superiores e core.	3 vezes por semana (dias alternados). 60 min 3 séries de 10 a 15 repetições	Iniciar com intensidade leve (30 a 49% 1RM). Moderado - 50 a 69% 1RM. Intenso - 70 a 85% 1RM.	Recomenda-se descanso de 48h entre as sessões para o mesmo grupo muscular.	Aumento gradual da % de 1RM, quando o exercício passou a ser realizado com um esforço mínimo, ou aumentar o número de séries por grupo muscular ou o número de dias por semana em que os grupos musculares são treinados.	Escala de Borg
<i>COMBINADO</i>		Exercícios resistidos + aeróbio	4 a 5 vezes por semana. 30 a 80 min.	Moderado a intenso			Escala de Borg

* Não foram encontradas recomendações específicas às pessoas com diabetes. O sugerido refere-se a recomendação direcionada à população em geral.

5 DISCUSSÃO

Este estudo buscou avaliar o efeito das variáveis do treinamento físico aeróbio, resistido e combinado no controle glicêmico de adultos com Diabetes Mellitus tipo 2 através de uma revisão rápida da literatura para subsidiar a construção de um Protocolo voltado para a orientação de profissionais acerca do exercício físico como forma de tratamento da DM2. A partir da revisão realizada podemos constatar que o treinamento aeróbio é a principal forma de intervenção utilizada, e que ao comparar os treinamento aeróbico, resistido e combinado todos estão associados a diminuições da HbA1c, glicemia de jejum ou glicemia pós prandial e a magnitude dessa redução é semelhante nas 3 modalidades de exercício, o que pode ser equiparado a resultados encontrados por UMPIERRE et al. (2011).

Segundo SIGAL et al. (2007) as melhorias induzidas pelo exercício aeróbio ou resistido isoladamente no controle glicêmico são maiores entre as pessoas com valores basais de HbA1c mais altos, já em pessoas com valores basais mais baixos apenas o treinamento aeróbico e de resistência combinados provocam melhora desta variável. A maior redução da HbA1c também foi relatada por CHURCH et al. (2010), KANALEY et al. (2022) e PAN et al. (2018) quando utilizado o exercício combinado em comparação às outras modalidades isoladamente. A melhora da HbA1c provocada pela utilização de exercícios combinados também pode ser encontrada nos estudos usados nesta revisão, dentre os 8 grupos de intervenção que utilizaram essa forma de exercício 6 grupos (75%) encontraram redução significativa da mesma, independente da intensidade, tempo e frequência utilizada.

A maior efetividade do exercício de alta intensidade (em comparação a intensidade moderada) para o controle glicêmico (redução da HbA1c.) é encontrada em diferentes estudos (ALVAREZ et al., 2016b; BOULÉ et al., 2003; CASSIDY et al., 2019b; GRACE et al., 2017; LORA-POZO et al., 2019; MITRANUN et al., 2014a; PANDEY; SUSKIN; POIRIER, 2017; STØA et al., 2017b; WINDING et al., 2018b), mas não em todos (LI et al., 2012), sendo que resultados que apontam igual efetividade entre moderada e alta intensidade também são descritos (SABAG et al., 2020b).

Dentre os 20 grupos que realizaram exercícios aeróbios a HbA1c reduziu significativamente em 14 grupos (70%), sendo esta diminuição mais observada nos grupos de alta intensidade (81,8%), em comparação com os de moderada intensidade (55,5%). Ambas as intensidades provocam a redução da glicemia de jejum ou da glicemia pós prandial e da HbA1c, porém o exercício vigoroso aparenta ser mais eficaz para o controle glicêmico de

indivíduos com DM, pois apresenta maiores reduções em relação às variáveis citadas. BANITALEBI et al. (2021) encontraram um grande tamanho de efeito quanto a redução da HbA1C ($d=-1,82$, IC95%: -2,04 a -1,59) e glicemia de jejum ($d=-1,67$, IC95%: -1,89 a -1,45) para o exercício intervalado de alta intensidade. Além de provocar maiores aumentos no $VO_2\text{max}$, indicando melhora efetiva da capacidade funcional.

O treinamento resistido reduziu de forma semelhante os níveis de HbA1c (-0,35%, IC95%: -0,59 a -0,10) em comparação com o exercício aeróbio (-0,40, IC95%: -0,61 a -0,18), não havendo diferença estatística entre os grupos (BACCHI et al., 2012b). O que corrobora com resultados de KANALEY et al., (2022); SIGAL et al., (2007), que demonstram que o exercício resistido e o aeróbio provocam resultados semelhantes na redução da HbA1c. Porém, ISHIGURO et al., (2016) mostraram que apesar de o exercício resistido ser eficaz na redução do nível de HbA1C (-0,34% no geral), apresentando um tamanho de efeito significativo [-0,68 (-0,98 a -0,37)], as mesmas reduções não foram encontradas em indivíduos com nível médio de HbA1c $\leq 7,5\%$ o tamanho do efeito não foi significativo [-0,10% (-0,32 a 0,12)], indicando que um programa com apenas exercícios resistidos pode apresentar dificuldades no controle glicêmico rigoroso de pessoas com valores de HbA1c mais próximos do ideal.

LIU et al., (2019) encontraram que tanto o exercício moderado quanto o vigoroso provocaram reduções na HbA1C, porém somente o último provocou reduções na insulina além de maiores reduções na HbA1c e não houveram reduções na glicemia de jejum.

O exercício físico aeróbio de alta intensidade é superior ao de moderada intensidade para a melhora da aptidão física ($VO_2\text{max}$) e melhoria das medidas antropométricas (peso corporal, IMC). A superioridade do exercício aeróbio de alta intensidade para mudanças na aptidão física possui implicações clínicas relevantes, visto que o $VO_2\text{max}$ é um preditor de risco cardiovascular e sua melhora está associada à redução da morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares e prevalência de diabetes (DE NARDI et al., 2018).

O exercício estruturado com mais de 150 minutos por semana está associado a maiores reduções na HbA1c do que os realizados com 150 minutos ou menos por semana em pacientes com diabetes tipo 2 (UMPIERRE et al., 2011). Uma análise relatou que os efeitos do exercício físico sobre a HbA1C e o IMC aumentam à medida que o tempo de acompanhamento aumenta. Foram avaliados intervalos de acompanhamento inferiores a 6 meses, 6 meses, 12 meses e 24 meses, e o efeito do exercício na HbA1C provocou maiores reduções conforme o tempo decorrido (-0,18%, -0,33%, -0,33%, -0,56%, respectivamente),

porém reduções estatisticamente significantes foram alcançados a partir de 6 meses (AVERY et al., 2012). Para cada semana extra de treinamento físico pode-se esperar uma redução na HbA1C, o que reforça a importância de mudanças sustentadas no estilo de vida para efetuar melhorias na saúde (GRACE et al., 2017).

Apenas 5 (35,7%) estudos com exercícios aeróbios analisados na presente revisão informaram alguma forma de monitoramento (4 usaram cardio frequencímetro e um utilizou a escala de Borg). O estudo com treinamento resistido não relata nenhuma forma de monitoramento, e dentre os que utilizaram o treinamento combinado, apenas 2 (40%) estudos relataram o uso de cardiofrequencímetro. A supervisão por um profissional de exercício pode aumentar a adesão ao exercício e melhorar a segurança dos indivíduos, além disso a instrução individualizada de exercícios pode ser especialmente útil para adultos sedentários e pessoas com doenças crônicas que estão iniciando um programa de exercícios (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018).

Quanto ao relato de eventos adversos, a maioria dos estudos (52,9%) não apresentou nenhuma informação, 35,3% relataram não terem tido nenhum evento adverso durante a intervenção, e 11,8% relataram algum evento (dor nas costas, tendinite, hipoglicemia ou lesão muscular). A falta desta informação pode levar a conclusões equivocadas quanto à segurança de certas modalidades de exercício. Porém, admite-se que qualquer protocolo de rastreamento além do cuidado usual do diabetes reduz o risco de eventos adversos induzidos pelo exercício em indivíduos assintomáticos com diabetes (COLBERG et al., 2016).

A adesão/aderência dos participantes a modalidade do exercício variou de 78 a 93% das sessões realizadas, não apresentando distinção entre as modalidades realizadas. Fator importante para a aderência do participante é a afinidade com a modalidade escolhida, reforçando a necessidade do respeito às preferências do indivíduo, em consonância com as bases da Prática Baseada em Evidência (SAUNDERS et al., 2019).

Os ensaios clínicos randomizados são considerados padrão ouro para avaliar a eficácia das intervenções de treinamento físico. Uma questão importante em estudos com protocolos de treinamento de exercício é o desenho da intervenção de exercício. Ao comparar duas modalidades de treinamento, as suas características, como séries, modo, carga, número de repetições devem ser objetivamente mensurados e documentados. O volume total e a frequência também devem ser monitorados e relatados. O volume geral de treinamento constitui o principal gatilho para as adaptações do treinamento, principalmente decorrentes do treinamento de resistência. Uma variedade de instrumentos subjetivos e objetivos para

monitorar as variáveis do treinamento físico estão disponíveis, não existindo um padrão ouro para esta avaliação (HECKSTEDEN et al., 2018).

Devido a variedade de instrumentos que podem ser usados para monitoramento das variáveis de treinamento, foi observado na presente revisão uma heterogeneidade nos estudos encontrados em relação ao monitoramento das variáveis de prescrição dos protocolos de exercício. Além disso, encontramos a falta de informações adequadas sobre desenho da intervenção de exercício, principalmente em relação ao volume geral de treinamento, pode ter um impacto negativo sobre a avaliação da adaptabilidade e também quanto à responsividade ao exercício realizado.

Outras limitações podem ser apontadas, como uso de ensaios clínicos não randomizados e ensaios clínicos que apresentavam um alto risco de viés (4 estudos de baixa qualidade, sendo que um deles apresentava pontuação 1 na escala PEDro), a heterogeneidade dos estudos em relação às variáveis de prescrição do exercício, a não descrição ou descrição inadequada da forma de progressão dos exercícios, além da falta de informações complementares como aderência ao exercícios, horário de realização e eventos adversos.

6 CONCLUSÃO

Todas as modalidades de exercício físico podem levar a melhorias no controle glicêmico, porém os protocolos de exercícios que incluam exercícios resistidos e aeróbios devem ser priorizados em relação ao treinamento aeróbio e/ou resistido de forma isolada, pois seus efeitos são maiores sobre o controle glicêmico do que os de qualquer método sozinho. Além disso, a frequência semanal e tempo de aplicação também parecem ser decisivos para o alcance dos efeitos desejados no controle glicêmico, priorizando-se a realização de mais de 150 min/sem. de exercícios de moderada a alta intensidade, com intervalos máximos de 48 horas consecutivas sem exercício.

É importante que as preferências do indivíduo sejam consideradas durante a definição de um protocolo de exercícios, para que o mesmo tenha uma boa aderência ao protocolo proposto, e mantenha mudanças sustentadas no estilo de vida.

A criação de um protocolo voltado para a orientação de profissionais acerca do exercício físico como forma de tratamento da DM2, surgiu a partir da necessidade de construção de material completo e com linguagem acessível, somado ao entendimento da importância da utilização adequada do exercício enquanto ferramenta terapêutica, de maneira individualizada e adequada às condições clínicas e pessoais de cada pessoa com DM2.

Em vista disso, o protocolo criado a partir desta revisão visa ofertar aos profissionais atuantes do nível primário e também em outros níveis de atenção em saúde do SUS, informações atualizadas, objetivas, apresentadas de forma didática sobre o exercício físico como parte importante do tratamento do DM2, com o objetivo principal de atingir o controle glicêmico e, assim, prevenir a ocorrência de complicações e a redução na qualidade de vida das pessoas com diabetes. Acreditamos que o protocolo aqui proposto possa ser uma ferramenta útil para profissionais, a fim de auxiliá-los na tomada de decisão quanto à quantificação e qualificação do exercício, garantindo a efetividade do movimento, e a melhor escolha dos parâmetros do exercício.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-MANZANO, P. et al. Beyond general resistance training. Hypertrophy versus muscular endurance training as therapeutic interventions in adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 21, n. 6, p. e13007, jun. 2020.
- AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 32, n. 9, p. 498–516, 2000.
- ALVAREZ, C. et al. Low-Volume High-Intensity Interval Training as a Therapy for Type 2 Diabetes. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 9, p. 723–729, 2016.
- AMANAT, S. et al. Exercise and Type 2 Diabetes. **Advances in experimental medicine and biology**, v. 1228, p. 91–105, 2020.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10. ed. Philadelphia, PA: Debora Riebe, 2018.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes-2021. **Diabetes Care**, v. 44, p. S15–S33, jan. 2021.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. **Diabetes Care**, v. 45, n. Supplement_1, p. S17–S38, 2022.
- AVERY, L. et al. Changing physical activity behavior in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of behavioral interventions. **Diabetes care**, v. 35, n. 12, p. 2681–2689, dez. 2012.
- BACCHI, E. et al. Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects: a randomized controlled trial (the RAED2 study). **Diabetes care**, v. 35, n. 4, p. 676–682, 2012.
- BALDUCCI, S. et al. Effect of supervised exercise training on musculoskeletal symptoms and function in patients with type 2 diabetes: the Italian Diabetes Exercise Study (IDES). **Acta diabetologica**, v. 51, n. 4, p. 647–654, 2014.
- BANITALEBI, E. et al. Effects of different exercise modalities on novel hepatic steatosis indices in overweight women with type 2 diabetes. **Clinical and molecular hepatology**, v. 25, n. 3, p. 294–304, 2019.
- BANITALEBI, E. et al. Sprint interval training vs. combined aerobic + resistance training in overweight women with type 2 diabetes. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 61, n. 5, p. 712–724, 2021.
- BOULÉ, N. G. et al. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. **Diabetologia**, v. 46, n. 8, p. 1071–1081, ago. 2003.

BRASIL. **VIGITEL BRASIL 2019: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020a.

BRASIL. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Diabetes Melito Tipo 2**: Diabetes Melito Tipo 2. Brasília, DF: Conitec, out. 2020b. Disponível em: <http://conitec.gov.br/images/Consultas/Relatorios/2020/20201113_Relatorio_PCDT_565_Diabeto_Melito_Tipo_2.pdf>.

BRASIL. **GUIA DE ATIVIDADE FÍSICA PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA**. 2021. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.

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

CASTANEDA, C. et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 12, p. 2335–2341, dez. 2002.

CHURCH, T. S. et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **JAMA**, v. 304, n. 20, p. 2253–2262, 24 nov. 2010.

COLBERG, S. R. et al. Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: Joint position statement. **Diabetes Care**, v. 33, n. 12, dez. 2010.

COLBERG, S. R. et al. Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 39, n. 11, p. 2065–2079, nov. 2016.

DE ANDRADE, E. A. et al. Exercício físico de moderada intensidade contribui para o controle de parâmetros glicêmicos e clearance de creatinina em pessoas com Diabetes Mellitus tipo 2 TT - Aerobic physical training at moderate intensity contributes to the control of glycemic para. **Rev. bras. ciênc. mov**, v. 24, n. 1, p. 118–126, 2016.

DE NARDI, A. T. et al. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. **Diabetes research and clinical practice**, v. 137, p. 149–159, 2018.

DEFRONZO, R. A. et al. Type 2 diabetes mellitus. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 1, jul. 2015.

DELEVATTI, R. S. et al. Glycemic reductions following water- and land-based exercise in patients with type 2 diabetes mellitus. **Complementary therapies in clinical practice**, v. 24, p. 73–77, 2016.

DENDUP, T. et al. Environmental Risk Factors for Developing Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 1, 5 jan. 2018.

FRANCISCO, P. M. S. B. et al. Prevalence of concomitant hypertension and diabetes in brazilian older adults: Individual and contextual inequalities. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 23, n. 11, p. 3829–3840, nov. 2018.

GALICIA-GARCIA, U. et al. Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. **International journal of molecular sciences**, v. 21, n. 17, 30 ago. 2020.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GHOLAMI, F.; NAZARI, H.; ALIM, M. Cycle Training improves vascular function and neuropathic symptoms in patients with type 2 diabetes and peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. **Experimental gerontology**, v. 131, p. 110799, 2020.

GRACE, A. et al. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Cardiovascular diabetology**, v. 16, n. 1, p. 37, 14 mar. 2017.

HANSEN, D. et al. 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**, v. 93, n. 5, p. 597–610, maio 2013.

HANSEN, D. et al. Exercise Prescription in Patients with Different Combinations of Cardiovascular Disease Risk Factors: A Consensus Statement from the EXPERT Working Group. **Sports Medicine**, v. 48, n. 8, p. 1781–1797, ago. 2018.

HECKSTEDEN, A. et al. How to Construct, Conduct and Analyze an Exercise Training Study? **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1007, 2018.

HORDERN, M. D. et al. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 15, n. 1, p. 25–31, jan. 2012.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. [s.l.: s.n.].

IRVINE, C.; TAYLOR, N. F. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. **The Australian journal of physiotherapy**, v. 55, n. 4, p. 237–246, 2009.

ISHIGURO, H. et al. In Search of the Ideal Resistance Training Program to Improve Glycemic Control and its Indication for Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 1, p. 67–77, jan. 2016.

KANALEY, J. A. et al. Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 54, n. 2, p. 353–368, 1 fev. 2022.

KAUR, J.; SINGH, S. K.; VIJ, J. S. Optimization of aerobic exercise protocols in diabetes mellitus: A randomized trial. **Romanian Journal of Diabetes, Nutrition and Metabolic Diseases**, v. 24, n. 4, p. 333–344, dez. 2017.

KIRWAN, J. P.; SACKS, J.; NIEUWOUDT, S. The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes. **Cleveland Clinic journal of medicine**, v. 84, n. 7 Suppl 1, p. S15–S21, jul. 2017.

LI, J. et al. Duration of exercise as a key determinant of improvement in insulin sensitivity in type 2 diabetes patients. **The Tohoku journal of experimental medicine**, v. 227, n. 4, p. 289–296, 2012.

LIMA, W. P. **DIABETES E EXERCÍCIO**. [s.l.] Waldecir Paula Lima, 2018. v. 2

LIU, Y. et al. Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 1, p. 140, 7 jan. 2019.

LIUBAOERJIJIN, Y. et al. Effect of aerobic exercise intensity on glycemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis of head-to-head randomized trials. **Acta Diabetologica**, v. 53, n. 5, p. 769–781, out. 2016.

LORA-POZO, I. et al. Anthropometric, Cardiopulmonary and Metabolic Benefits of the High-Intensity Interval Training Versus Moderate, Low-Intensity or Control for Type 2 Diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 22, 2019.

LUNDQVIST, S. et al. Physical Activity on Prescription (PAP), in patients with metabolic risk factors. A 6-month follow-up study in primary health care. **PLOS ONE**, v. 12, n. 4, p. e0175190, 12 abr. 2017.

MAGALHÃES, J. P. et al. Effectiveness of high-intensity interval training combined with resistance training versus continuous moderate-intensity training combined with resistance training in patients with type 2 diabetes: A one-year randomized controlled trial. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 21, n. 3, p. 550–559, 2019.

MITRANUN, W. et al. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 2, 2014.

MIZUKAMI, H.; KUDO, K. Diversity of pathophysiology in type 2 diabetes shown by islet pathology. **Journal of diabetes investigation**, v. 13, n. 1, p. 6–13, jan. 2022.

NICOLUCCI, A. et al. Relationship of exercise volume to improvements of quality of life with supervised exercise training in patients with type 2 diabetes in a randomised controlled trial: the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). **Diabetologia**, v. 55, n. 3, p. 579–588, 2012.

NOLAN, C. J.; DAMM, P.; PRENTKI, M. Type 2 diabetes across generations: from

pathophysiology to prevention and management. **Lancet**, v. 378, p. 169–81, 2011.

PAN, B. et al. 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**, v. 15, n. 1, p. 72, 2018.

PANDEY, A. et al. Metabolic Effects of Exercise Training Among Fitness-Nonresponsive Patients With Type 2 Diabetes: The HART-D Study. **Diabetes care**, v. 38, n. 8, p. 1494–1501, 2015.

PANDEY, A.; SUSKIN, N.; POIRIER, P. The Impact of Burst Exercise on Cardiometabolic Status of Patients Newly Diagnosed With Type 2 Diabetes. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 33, n. 12, p. 1645–1651, dez. 2017.

PITANGA, F. J. G. **Orientações para avaliação e prescrição de exercícios físicos direcionados à saúde**. São Paulo: CREF 4, 2019.

PITTALUGA, M. et al. Physical exercise and redox balance in type 2 diabetics: Effects of moderate training on biomarkers of oxidative stress and DNA damage evaluated through comet assay. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2015, 2015.

SABAG, A. et al. The Effect of a Novel Low-Volume Aerobic Exercise Intervention on Liver Fat in Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. **Diabetes care**, v. 43, n. 10, p. 2371–2378, 2020.

SAUNDERS, H. et al. Practicing Healthcare Professionals' Evidence-Based Practice Competencies: An Overview of Systematic Reviews. **Worldviews on evidence-based nursing**, v. 16, n. 3, p. 176–185, jun. 2019.

SCHELLENBERG, E. S. et al. Lifestyle interventions for patients with and at risk for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Annals of internal medicine**, v. 159, n. 8, p. 543–551, 15 out. 2013.

SHAWAHNA, R. et al. Exercise as a complementary medicine intervention in type 2 diabetes mellitus: A systematic review with narrative and qualitative synthesis of evidence. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 15, n. 1, p. 273–286, 1 jan. 2021.

SHIWA, S. R. et al. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 523–533, set. 2011.

SIGAL, R. J. et al. Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes. **Annals of Internal Medicine**, v. 147, n. 6, p. 357–369, 18 set. 2007.

SIGAL, R. J. et al. Physical Activity and Diabetes. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 42, p. S54–S63, abr. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (ED.). **Posicionamento Oficial SBD nº 04/2015 - ATIVIDADE FÍSICA E DIABETES: A PRÁTICA SEGURA DE ATIVIDADES** .

Rodrigo Lamounier, , 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. [s.l.] Clannad, 2020.

STØA, E. M. et al. High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2 diabetes. **European journal of applied physiology**, v. 117, n. 3, p. 455–467, 2017.

STRASSER, B.; SIEBERT, U.; SCHOBERSBERGER, W. Resistance training in the treatment of the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of the effect of resistance training on metabolic clustering in patients with abnormal glucose metabolism. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 40, n. 5, p. 397–415, 1 maio 2010.

TAN, S.; LI, W.; WANG, J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. **Journal of sports science & medicine**, v. 11, n. 3, p. 495–501, 1 set. 2012.

TURNER, G. et al. Resources to Guide Exercise Specialists Managing Adults with Diabetes. **Sports medicine - open**, v. 5, n. 1, p. 20, 3 jun. 2019.

UMPIERRE, D. et al. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA 1c Levels in Type 2 Diabetes A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA**. v. 305, n. 17, p. 1790–1799, 2011.

UMPIERRE, D. et al. Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis. **Diabetologia**, v. 56, n. 2, p. 242–251, fev. 2013.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Physical Activity Guidelines for Americans**. 2. ed. Washington, DC: U.S.: [s.n.].

VINETTI, G. et al. Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, p. 9238, 18 mar. 2015.

WINDING, K. M. 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 & metabolism**, v. 20, n. 5, p. 1131–1139, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (ED.). **Guidelines for the prevention, management and care of diabetes mellitus**. [s.l.] Khatib, Oussama M.N, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Classification of diabetes mellitus 2019**. Geneva: [s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diagnosis and Management of Type 2 Diabetes (HEARTS-D)**. Geneva: [s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour**. Geneva: [s.n.].

YANG, P. et al. Finding the Optimal volume and intensity of Resistance Training Exercise for Type 2 Diabetes: The FORTE Study, a Randomized Trial. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 130, p. 98–107, ago. 2017.

ZAGURY, R. L. **Manual prático sobre exercícios para pessoas com diabetes tipo 2**. , maio 2016.

ZANUSO, S. et al. Exercise in type 2 diabetes: Genetic, metabolic and neuromuscular adaptations. A review of the evidence. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 21, p. 1533–1538, nov. 2017.

ZHENG, Y.; LEY, S. H.; HU, F. B. Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. **Nature reviews. Endocrinology**, v. 14, n. 2, p. 88–98, fev. 2018.

ZINMAN, B. et al. Physical activity/exercise and diabetes mellitus. **Diabetes care**, v. 26 Suppl 1, p. S73-77, jan. 2003.

APÊNDICE 1. Estratégia de busca

PERGUNTA

Qual a influência das variáveis e progressão do treinamento físico sobre o controle glicêmico de adultos com Diabetes Mellitus tipo 2?

BUSCA

- A pesquisa foi realizada nas seguintes bases de dados: PUBMED e LILACS.
- Descritores: Diabetes Mellitus, Type 2 and Exercise or Resistance Training or Circuit-Based Exercise.
- As buscas foram realizadas utilizando-se a língua inglesa e portuguesa (Brasil) e os artigos coletados serão em inglês e português.
- Foram incluídos estudos publicados nos últimos 10 anos.
- Estudos não publicados e literatura cinzenta não foram incluídos.

ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DE DADOS:

1. Estratégia PUBMED

(Diabetes Mellitus, Type 2[MeSH Terms]) AND (((Exercise) OR (Resistance Training)) OR (Circuit-Based Exercise))

Filtros: Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Systematic Review, in the last 10 years, English, Portuguese, Middle Aged + Aged: 45+ years, Middle Aged: 45-64 years, Aged: 65+ years, 80 and over: 80+ years.

2. Estratégia LILACS

("Diabetes Mellitus Tipo 2" OR Diabetes OR DM2 OR "Diabetes Mellitus, Type 2") AND ("Exercício Físico" OR "Exercícios em Circuitos" OR "Treinamento de Resistência" OR "Treino Aeróbico" OR Exercise OR "Resistance Training" OR "Circuit-based exercise")

Filtros: Base de dados: LILACS; Tipo de estudo: Ensaio clínico controlado e Revisão sistemática; Idioma: Português e Inglês; Ano de Publicação: 2011 a 2021.

Resultado das buscas:

Pubmed: 1101 artigos → leitura na íntegra: 73 artigos.

Lilacs: 51 artigos → leitura na íntegra: 2 artigos

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

andressakplr@gmail...

PubMed.gov (Diabetes Mellitus, Type 2[MeSH Terms]) AND (((Exercise) OR (Resistance Trai) X **Search**

Advanced Create alert Create RSS User Guide

Save Email Send to Sorted by: Most recent 1 of 111 Display options

MY NCBI FILTERS

1,101 results Page 1 of 111

RESULTS BY YEAR

Filters applied: Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Systematic Review, in the last 10 years, English, Portuguese, Middle Aged + Aged: 45+ years, Middle Aged: 45-64 years, Aged: 65+ years, 80 and over: 80+ years. Clear all

TEXT AVAILABILITY

Abstract
 Free full text
 Full text

ARTICLE ATTRIBUTE

Effects of technology-supported brain breaks videos on exercise self-efficacy among type 2 diabetes mellitus Malaysians.
1
Cite Hidrus A, Kueh YC, Norsa'adah B, Chang YK, Kuan G.
Sci Rep. 2022 Jul 8;12(1):11651. doi: 10.1038/s41598-022-15142-5.
Share PMID: 35803945 Free PMC article. Clinical Trial.
The technology supported Brain Breaks (BB) videos are a series of structured, web-based physical activity (PA) videos designed to promote learning and health. The purpose of this study was to investigate the effect of BB videos on exercise self-efficacy (ESE) among ...

The Influence of Wearables on Health Care Outcomes in Chronic Disease: Systematic Review.
2
Cite Mattison G, Canfell O, Forrester D, Dobbins C, Smith D, Töyräs J, Sullivan C.
PLoS One. 2022 Jun 14;17(6):e0268888. doi: 10.1371/journal.pone.0268888.

Ativar o Windows

bvs biblioteca virtual em saúde

Portal Regional da BVS português espanol english français

Localizar descritor de assunto Busca Avançada EVID@Easy

Título, resumo, assunto ("Diabetes Mellitus Tipo 2" OR Diabetes OR DM2 OR "Diabetes Mellitu

Home / Pesquisa / ("Diabetes Mellitus Tipo 2" OR Diabetes OR DM2 OR "Diabetes Mellitus, Type 2") AND ("Exerc... (51)

Ordenar por Mostrar: 20 | 50 | 100 Resultados 1 - 20 de 51

Mais filtros
Filtrar

Filtros aplicados
Limpar todos

- Base de dados
 - LILACS (remover)
- Tipo de estudo
 - Ensaio clínico controlado (remover)
 - Revisão sistemática (remover)
- Idioma
 - Português (remover)
 - Inglês (remover)

Texto completo (50)

Base de dados

1. **Uso de Estatinas Melhora a Proteção Cardiometaabólica Promovida pelo Treinamento Físico em Ambiente Aquático: Um Estudo Clínico Randomizado / Statin Use Improves Cardiometabolic Protection Promoted By Physical Training in an Aquatic Environment: A Randomized Clinical Trial**
Miranda, Carla Paixão; Botoni, Fernando; Rocha, Manoel.
Arq. bras. cardiol. ; 118(5): 1002-1004, maio 2022.
Artigo em Português | LILACS-Express | LILACS | ID: biblio-1374364

2. **Atividade física na gravidez e seu efeito sobre os parâmetros relacionados ao peso: Um estudo piloto randomizado e controlado / Physical activity in pregnancy and its effect on weight-related parameters: A pilot randomized controlled trial**
Rani, Vandana; Joshi, Shabnam.
Revista Pesquisa em Fisioterapia ; 12(1)20220114. ilus, tab
Artigo em Inglês, Português | LILACS-Express | LILACS | ID: biblio-1373706

Ver mais detalhes

ENVIAR RESULTADO:
Email
Exportar
Imprimir
RSS
XML

SELEÇÃO DE REFERÊNCIAS
Listar selecionados (0)
Limpar seleção

DETALHE DA PESQUISA
("Diabetes Mellitus, Type 2") AND ((Exercise) OR (Resistance Training))

APÊNDICE 2. Protocolo de registro na plataforma PROSPERO.

To enable PROSPERO to focus on COVID-19 submissions, this registration record has undergone basic automated checks for eligibility and is published exactly as submitted. PROSPERO has never provided peer review, and usual checking by the PROSPERO team does not endorse content. Therefore, automatically published records should be treated as any other PROSPERO registration. Further detail is provided [here](#).

Citation

Natali Bento-Torres, Andressa Karolina Ribeiro, Pedro Henrique Monteiro. Physical exercise parameters and progression influences on the glycemetic control in adults with Diabetes Mellitus Type 2.. PROSPERO 2021 CRD42021262614 Available from:
https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42021262614

Review question

- 1) How does exercise training impact glycemetic control on adults and older adults with Diabetes Mellitus, type 2?
- 2) Which are the exercise parameters (modality, volume, intensity and progression) recommended to achieve better glycemetic control on adults and older adults with Diabetes Mellitus, type 2?
- 3) How does quality of life is impacted by exercise training?

Searches

The following databases will be search: PubMed and LILACS. Studies published in English and Portuguese, published in the last 10 years, will be included. Searching term will include: ("Diabetes Mellitus, Type 2") AND ("Exercise" OR "Resistance Training" OR "Circuit-Based Exercise") and related keywords.

Types of study to be included

Meta-analyses, systematic reviews and clinical trials

Condition or domain being studied

Diabetes Mellitus, type 2.

Participants/population

Studies including adults over 45 years old diagnosed with type 2 diabetes mellitus

Intervention(s), exposure(s)

Studies that used physical exercise as an intervention and have at least one modifiable variable in the individualized exercise prescription (intensity, volume, frequency, duration, interval, progression, modality).

Comparator(s)/control

Sedentary individuals, comparison between different types of exercise (aerobic, resistance or combined) or standard treatment.

Main outcome(s)

Glycemetic control assessed by HbA1c levels.

Additional outcome(s)

Other variables of interest: fasting blood glucose; blood glucose two hours after oral glucose tolerance test (OTG); HOMA-IR; body mass index (BMI); abdominal circumference; total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides; aerobic fitness (VO2max); medications in use, quality of life.

Data extraction (selection and coding)

The search in the databases and data extraction will be performed independently by two researchers. During the selection process the articles will be grouped in a reference manager, the Zotero manager will be used. After selecting the articles, a consensus meeting will be held among researchers to verify possible

differences.

The information extracted from the selected articles will be organized in a table containing the following information: First author, publication date, type of study (design details), participants (number, age, proportion of each sex, inclusion criteria), exposure or intervention (type, variables and exercise progression), outcome (measurement methods), follow-up time and losses

Risk of bias (quality) assessment

The AMSTAR scale will be used to assess the quality of meta-analyses and systematic reviews and the PEDro scale will be used to assess the quality of clinical trials.

Strategy for data synthesis

Data synthesis from the included studies will be descriptive, the type of study will be described, which variables are used for the progression of physical exercise, the type of exercise used, and the variables used for the analysis of glycemetic control.

Analysis of subgroups or subsets

None

Contact details for further information

Natali Valim Oliver Bento-Torres
natalivalim@ufpa.br

Organisational affiliation of the review

Federal University of Para
<https://portal.ufpa.br/>

Review team members and their organisational affiliations

Professor Natali Bento-Torres. Federal University of Para
Miss Andressa Karolina Ribeiro. Federal University of Para
Pedro Henrique Monteiro. Federal University of Para

Type and method of review

Systematic review, Other

Anticipated or actual start date

13 July 2021

Anticipated completion date

29 October 2021

Funding sources/sponsors

No grants are available to this project.

Conflicts of interest

Language

English

Country

Brazil

Stage of review

Review Ongoing

Subject index terms status

Subject indexing assigned by CRD

Subject index terms

MeSH headings have not been applied to this record

Date of registration in PROSPERO

25 July 2021

Date of first submission

22 June 2021

Stage of review at time of this submission

Stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	No
Piloting of the study selection process	No	No
Formal screening of search results against eligibility criteria	No	No
Data extraction	No	No
Risk of bias (quality) assessment	No	No
Data analysis	No	No

The record owner confirms that the information they have supplied for this submission is accurate and complete and they understand that deliberate provision of inaccurate information or omission of data may be construed as scientific misconduct.

The record owner confirms that they will update the status of the review when it is completed and will add publication details in due course.

Versions

25 July 2021

25 July 2021

APÊNDICE 3 - PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 DIRECIONADO A PROFISSIONAIS

INTRODUÇÃO

O termo diabetes descreve um grupo de distúrbios metabólicos caracterizados e identificados pela presença de hiperglicemia na ausência de tratamento. Dentre os indivíduos com Diabetes, mais de 90% dos casos são de Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2), a qual tem etiopatologia heterogênea, o que inclui defeitos na secreção e/ou ação da insulina, resultando em absorção inadequada da glicose nos tecidos-alvo, além de distúrbios do metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

A DM2 tem como características a secreção deficiente de insulina pelas células β das ilhotas pancreáticas, resistência tecidual à insulina (RI) e resposta compensatória inadequada de secreção de insulina. Conforme sua progressão, a secreção de insulina é incapaz de manter a homeostase da glicose, provocando um estado de hiperglicemia (GALICIA-GARCIA et al., 2020). As células beta pancreáticas não são substituídas, pois o pâncreas humano parece ser incapaz de renová-las após os 30 anos de idade. Diferentes fatores genéticos e ambientais podem levar ao declínio da função ou à destruição completa das células beta, tais como a predisposição e anormalidades genéticas, alterações epigenéticas, resistência à insulina, reação autoimune, doenças associadas, inflamação sistêmica e fatores comportamentais e ambientais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019, 2020a)

Os efeitos da DM2 incluem danos a longo prazo, disfunção e falência de vários órgãos, incluindo retinopatia, nefropatia e neuropatia. Indivíduos com diabetes também apresentam risco aumentado de outras doenças, incluindo doença cardíaca, doença arterial periférica e cerebrovascular, catarata, disfunção erétil e doença hepática não-alcoólica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019, 2020a).

FISIOPATOLOGIA DA DM2

Os principais impulsores da DM2 são o aumento mundial da obesidade, o sedentarismo, dietas altamente calóricas e envelhecimento populacional. Indivíduos com DM2, em sua maioria, têm sobrepeso, obesidade ou apresentam percentual de gordura corporal com maior distribuição na região abdominal. O tecido adiposo através de diversos mecanismos inflamatórios, incluindo aumento da liberação de ácidos graxos livres (AGL) e

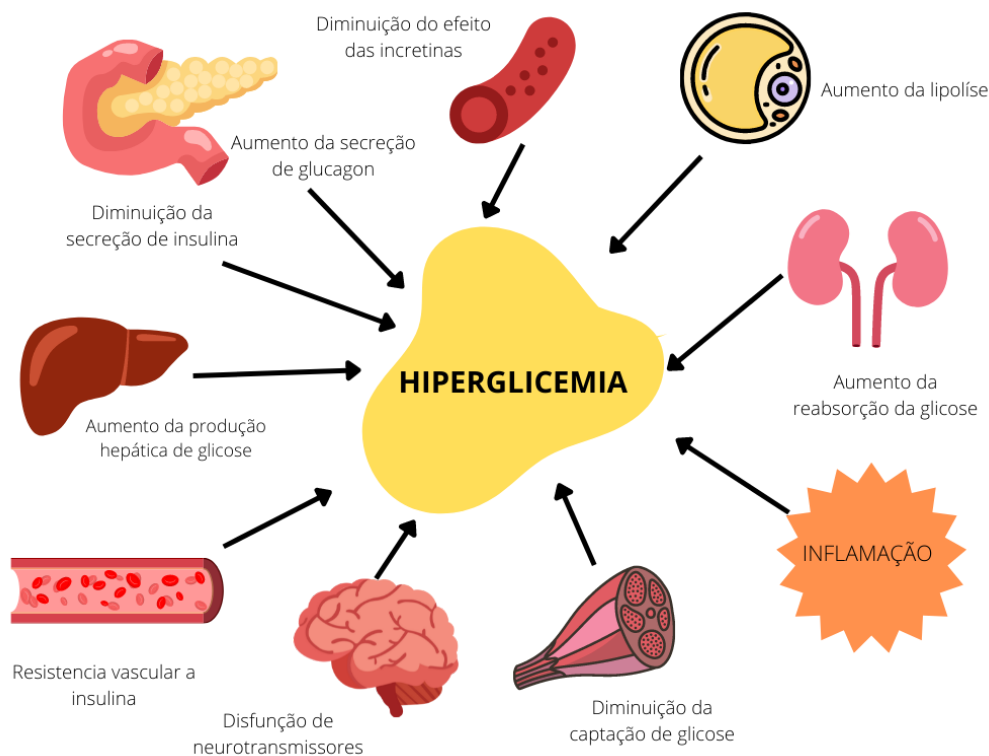
desregulação de adipocinas, dentre as diversas adipocinas secretadas pelo tecido adiposo, algumas apresentam função relacionada à secreção e à recepção da insulina nos tecidos periféricos, impactando na resistência periférica à insulina e na hiperglicemia (GALICIA-GARCIA et al., 2020; LIMA, 2018; NOLAN; DAMM; PRENTKI, 2011).

A principal patogênese do diabetes tipo 2 é a secreção hormonal anormal pelas ilhotas em resposta à glicose, havendo deficiência da secreção de insulina pelas células β e a não supressão da hiperglicemia devido ao aumento de secreção de glucagon pelas células α , promovendo maior estimulação da “produção” hepática de glicose (gliconeogênese e glicogenólise hepáticas), o que pode interferir na redução dos níveis de glicose após a ingestão das refeições (LIMA, 2018; MIZUKAMI; KUDOH, 2022).

Ocorre também a desregulação dos circuitos de feedback entre a ação da insulina e a secreção de insulina, elevando os níveis de glicose sanguínea. Na presença de disfunção das células β , a secreção de insulina é reduzida, limitando a capacidade do organismo de manter níveis normais de glicose. Por sua vez, a resistência tecidual à insulina contribui para o aumento da produção de glicose no fígado e reduz a captação de glicose pelo músculo, fígado e tecido adiposo. Quando a disfunção das células β e a resistência tecidual à insulina estão presentes, a hiperglicemia é amplificada levando à progressão do DM2 (GALICIA-GARCIA et al., 2020; LIMA, 2018; NOLAN; DAMM; PRENTKI, 2011)).

No entanto, como o diabetes tipo 2 é uma doença multifatorial, as alterações patológicas das ilhotas também podem variar com o envolvimento de diferentes fatores fisiopatológicos entre as pessoas com diabetes tipo 2 (MIZUKAMI; KUDOH, 2022). Existem oito desequilíbrios fisiopatológicos que comprometem a homeostase da glicose e que levam à hiperglicemia, estes são chamados de "octeto sinistro". A eles podem ser acrescentados dois outros mecanismos fisiopatológicos: ativação de vias inflamatórias e vasodilatação mediada por resistência à insulina, que contribuem para a resistência muscular à insulina (DEFRONZO et al., 2015) (Figura 1).

Figura 1. Desequilíbrios fisiopatológicos causadores da hiperglicemia.



Fonte: Adaptado de DEFRONZO et al., 2015

CRITÉRIOS USADOS PARA O DIAGNÓSTICO DA DM2

O diagnóstico de DM2 é estabelecido nos seguintes casos: na presença de glicemia de jejum maior ou igual (\geq) a 126 mg/dL em duas ocasiões, com curto intervalo de tempo (por exemplo, uma a duas semanas); se houver sintomas característicos de DM (4 “P”: poliúria, polidipsia, polifagia e perda ponderal) e glicemia casual \geq 200 mg/dL. Em pessoas com valores glicêmicos entre 100 e 125 mg/dL, caracteriza-se “glicemia de jejum alterada” (GJA ou IFG, *impaired fasting glucose*), requerendo avaliação por Teste Oral de Tolerância à Glicose (TOTG), principalmente se houver dois ou mais fatores de risco presentes. A glicemia de duas horas pós-sobrecarga \geq 200 mg/dL é indicativa de DM, e entre 140 e 200 mg/dL, de “tolerância à glicose diminuída” (TGD ou IGT, *impaired glucose tolerance*) (Quadro 1) (BRASIL, 2020b).

Os valores de diagnóstico para diabetes mellitus e outras categorias de hiperglicemia seguem no Quadro 1 abaixo:

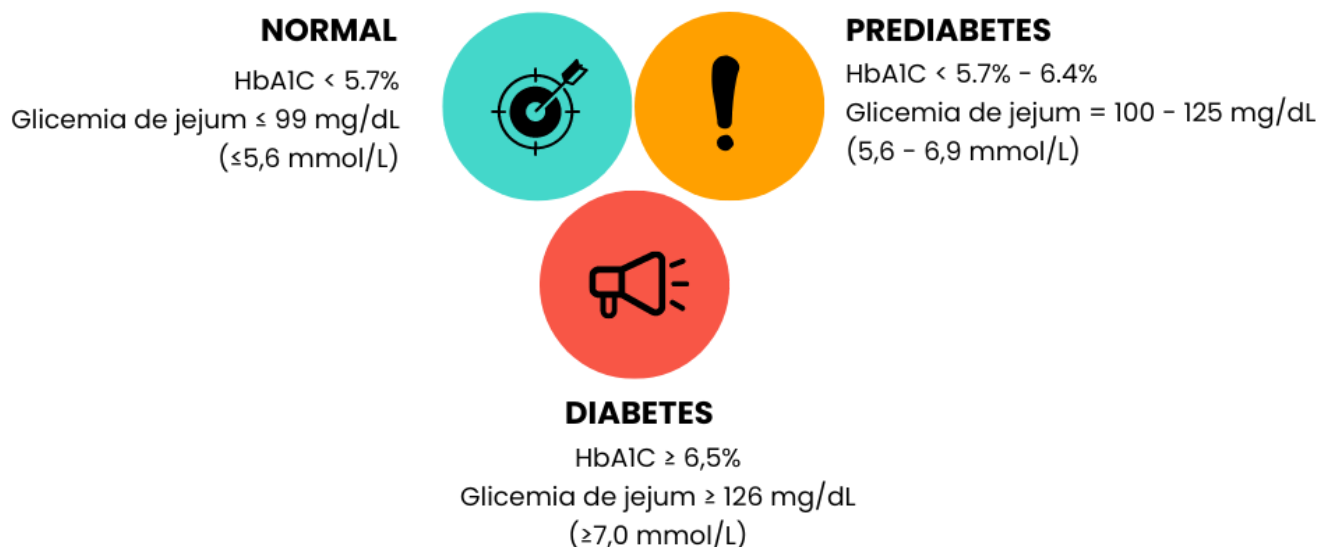
Quadro 1 - Critérios de diagnóstico para Diabetes.

CRITÉRIO DE DIAGNÓSTICO PARA DIABETES
GPJ \geq 126 mg/dL (7,0 mmol/L). O jejum é definido como nenhuma ingestão calórica por pelo menos 8 horas*.
OU
2-h GP \geq 200 mg/dL (11,1 mmol / L) durante TTOG. O teste deve ser realizado conforme descrito pela OMS, utilizando uma carga de glicose contendo o equivalente a 75g de glicose anidra dissolvida em água*.
OU
HbA1C \geq 6,5% (48 mmol/mol)
OU
Em um paciente com sintomas clássicos de hiperglicemia ou crise hiperglicêmica, uma glicose plasmática aleatória \geq 200 mg/dL (11,1 mmol/L).
*Na ausência de hiperglicemia inequívoca, o diagnóstico requer dois resultados de teste anormais da mesma amostra ou em duas amostras de teste separadas.

GPJ: glicose plasmática de jejum; GP: glicose plasmática; TTOG: Teste de tolerância oral à glicose; OMS: Organização Mundial de Saúde; HbA1C: hemoglobina glicada;

Fonte: Adaptado de AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE, 2022

FIQUE ATENTO!



Fonte: Elaboração própria com base em AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE, 2022

TRIAGEM PRÉ-EXERCÍCIO

A anamnese e exame físico adequados são fundamentais para a triagem das pessoas que precisam realizar avaliações de risco específicas antes do início de um programa de exercícios físicos. A coleta cuidadosa da história clínica com ênfase na avaliação dos fatores de risco cardiovascular (história de eventos cardiovasculares - infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral, doença aterosclerótica, DM > 10 anos, hipertensão arterial sistêmica, tabagismo, neuropatia, nefropatia, retinopatia, dislipidemia, dentre outros) deve ser realizada, com atenção à possibilidade de apresentações atípicas das doenças ateroscleróticas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020).

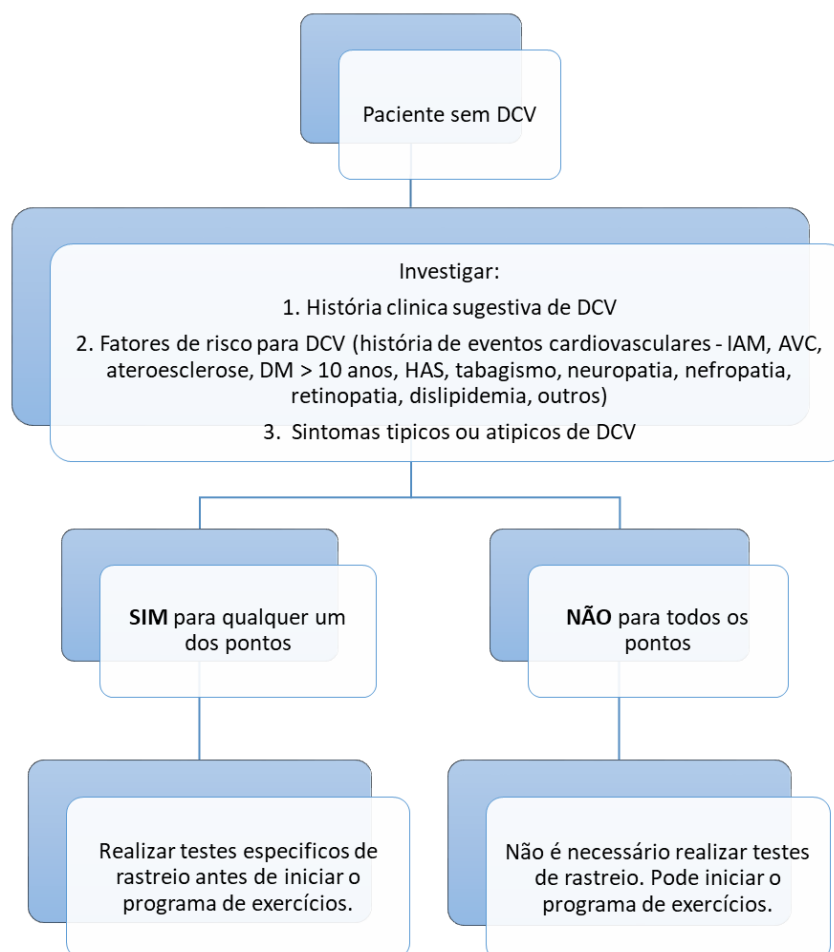
A estratégia proposta pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020) para triagem dos indivíduos com diabetes para indicação da necessidade da realização de testes de rastreio de doenças cardiovasculares antes do início de exercícios físicos está sintetizada na Figura 2.

Indivíduos de meia-idade e idosos com diabetes que desejam realizar exercícios de alta intensidade ou de longa duração, como corrida competitiva, treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT - do inglês *High Intensity Interval Training*) ou corrida de longa distância devem ser avaliados para as condições que podem cursar com risco aumentado de evento adverso. Além disso, a identificação de indivíduos sintomáticos é de extrema importância. Pessoas com DM devem ser rastreadas para sinais e sintomas consistentes de isquemia miocárdica, como dor no peito, falta de ar severa ao esforço e/ou síncope. Tais indivíduos devem ser encaminhados para realização de teste de estresse de Eletrocardiograma (ECG) e avaliação cardiológica adicional antes de participar ou continuar em um programa de exercício (SIGAL et al., 2018).

O posicionamento da *American Diabetes Association* (COLBERG et al., 2016) afirma que a liberação médica pré-exercício não é necessária para indivíduos assintomáticos para doenças cardiovasculares (DCV) que recebem cuidados para o diabetes, se o programa de exercícios variar entre uma intensidade baixa ou moderada, porém ao iniciar um protocolo de exercícios de alta intensidade é necessária a realização de avaliação médica (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018; TURNER et al., 2019). O médico deve ser consultado apenas quando houver comorbidades, uso de medicamentos ou histórico de controle de glicose que possam vir complicar o início de um programa de exercícios. O

especialista em exercícios deve sempre avaliar o estado de saúde atual do indivíduo e ficar atento para identificar quaisquer novos sintomas ou problemas que venham aparecer durante o programa de treinamento (TURNER et al., 2019).

Figura 2. Estratégia para triagem dos indivíduos com diabetes tipo 2 (DM2) para indicação da necessidade da realização de testes de rastreio de doenças cardiovasculares (DCV) antes do início de exercícios físicos.



IAM: Infarto agudo do miocárdio; AVC: Acidente vascular cerebral; HAS: Hipertensão arterial sistêmica.

Fonte: Adaptado de SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020.

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O DIABETES

Baixos níveis de atividade física e aptidão física são considerados relevantes fatores de risco, independentes e modificáveis, para o desenvolvimento de DM2 (HORDERN et al., 2012).

As recomendações de atividade física e de exercício físico devem ser adaptadas para se adequar às necessidades específicas - pessoais e clínicas - de cada indivíduo. A

individualização do plano de exercício é fundamental para o sucesso terapêutico, embora haja diretrizes gerais que devam ser consideradas nesse contexto (KANALEY et al., 2022; SIGAL et al., 2018; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020b).

O treinamento regular aumenta a densidade capilar muscular, a capacidade oxidativa, a quantidade de tecido muscular, o metabolismo lipídico e proteínas sinalizadoras de insulina. Todavia todos esses efeitos são reversíveis com destreino. Os mecanismos responsáveis por esses benefícios induzidos pelo treinamento físico são complexos e incluem melhorias na sensibilidade à insulina decorrentes da captação de glicose dependente de insulina a partir de aumentos no número e função dos transportadores de glicose 4 (GLUT4) do músculo, assim como pelo aumento da capilarização muscular e do fluxo sanguíneo. Essas adaptações são fortemente influenciadas pelo gasto energético (COLBERG et al., 2016; HORDERN et al., 2012; ZANUSO et al., 2017).



Os efeitos do exercício físico são reversíveis com o destreino. A prática regular de exercícios é importante para a manutenção dos benefícios adquiridos, devendo-se evitar interrupções prolongadas

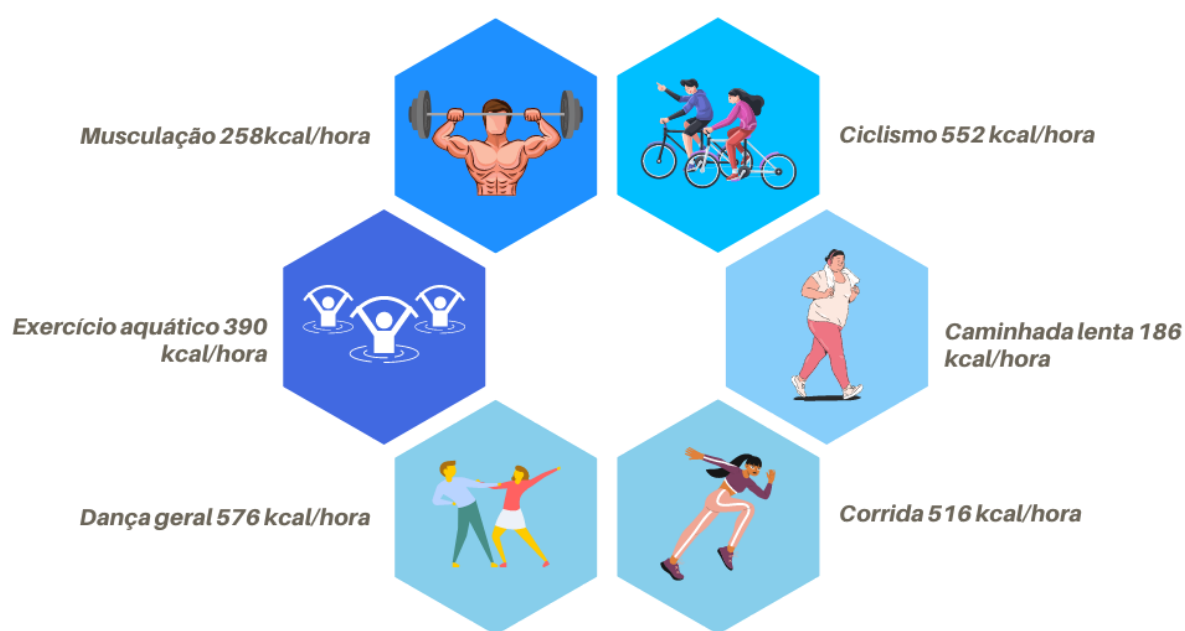
Um fator determinante para a magnitude da resposta ao treinamento é a dose, isto é, a intensidade, duração e frequência do exercício. Sessões repetidas de exercícios afetam significativamente a atividade (número de cópias de RNA mensageiro) de milhares de genes codificadores de proteínas. O aumento do conteúdo de proteína mitocondrial parece resultar de efeitos cumulativos nos mRNAs correspondentes após cada sessão de exercício. Mesmo níveis menores de atividade física, como romper com momentos de sedentarismo, podem reduzir os níveis de glicose no sangue e induzir a expressão de genes que melhoram o metabolismo no músculo esquelético de indivíduos não diabéticos com sobrepeso/obesidade (ZANUSO et al., 2017).

Tanto o treinamento aeróbio quanto o resistido promovem adaptações no músculo esquelético, tecido adiposo e fígado associadas à maior ação da insulina, mesmo produzindo diferentes resultados na composição corporal (HORDERN et al., 2012). O treinamento aeróbio regular promove o aumento da sensibilidade à insulina muscular em indivíduos pré-diabéticos ou com DM2 em proporção ao volume de exercício. Mesmo treinamentos de baixo volume (400 kcal/semana) melhoram a ação da insulina em adultos previamente sedentários. Indivíduos com resistência à insulina basal mais alta têm as maiores melhorias. O

treinamento de resistência aumenta a ação da insulina de forma semelhante, assim como o HIIT e outras modalidades. Combinar exercícios aeróbios com exercícios de resistência pode fornecer maiores melhorias (COLBERG et al., 2016; HORDERN et al., 2012)(KANALEY et al., 2022; SIGAL et al., 2018; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020b)).

Veja exemplos de atividades e dos seus respectivos gastos calóricos:

Figura 3. Exercício físico e gasto energético em Kcal em uma pessoa com 70 kg



Fonte: Elaboração própria

O treinamento físico age sobre a resistência insulínica, independentemente do peso corporal e do índice de massa corporal do indivíduo. Pessoas fisicamente mais ativas apresentam níveis mais baixos de insulina circulante, melhor ação em receptores e pós-receptores de membrana, melhor resposta de transportadores de glicose, maior capilarização nas células musculares esqueléticas e melhor função mitocondrial, quando comparados com pessoas menos ativas (PITANGA, 2019). Além disso, o efeito do exercício no metabolismo energético não é limitado ao consumo absoluto de energia durante o período de exercício, após uma sessão de exercício, o gasto de energia permanece elevado por horas após a atividade (AMANAT et al., 2020)

É importante ter em mente que assim como as terapias farmacológicas e as modificações dietéticas são individualizadas para o paciente, da mesma maneira, um

programa de exercício físico também deve ser individualizado para o tratamento (BALDUCCI et al., 2014).

O volume de exercício pode ser usado para estimar o gasto energético bruto do indivíduo. O volume padronizado de exercícios pode ser realizado através da prescrição em MET/min ou Kcal/min. (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018). Essas variáveis podem ser estimadas usando-se tabelas publicadas anteriormente (AINSWORTH et al., 2000). O acompanhamento quanto ao gasto energético semanal das pessoas com diabetes pode fazer parte do programa de exercícios com a finalidade de avaliar se o volume de exercício está de acordo com o preconizado para obtenção de benefícios à saúde. Na Tabela 1 são apresentados valores em MET/min e Kcal/min de alguns exercícios que podem ser usados em um programa de exercício e no Quadro 2 é apresentado o cálculo para Kcal/min.

Tabela 1. Gasto energético correspondente ao tipo de exercício.

TIPO DE EXERCÍCIO	MET	Kcal/min*
Calistenia, esforço leve	2,8	3,4
Calistenia, esforço moderado	3,8	4,7
Calistenia, esforço vigoroso	8	9,8
Caminhada, ritmo lento	2,5	3,1
Ciclismo, geral	7,5	9,2
Combinação caminhada + corrida	6	7,4
Corrida geral	7	8,6
Dança geral	7,8	9,6
Escada ergométrica	9	11,0
Exercícios aquáticos	5,3	6,5
Futebol	7	8,6
Pilates	3	3,7
Remo estacionário, esforço moderado	4,8	5,9
Treinador elíptico, esforço moderado	5	6,1

Treinamento de resistência (peso), vários exercícios, 8-15 repetições em resistência variada	3,5	4,3
Treinamento em circuito, esforço moderado	4,3	5,3
Vôlei geral	4	4,9

MET: Equivalente Metabólico da Tarefa.

Fonte: Adaptado de AINSWORTH et al., 2000. *Cálculo realizado com base em uma pessoa de 70 Kg realizando 60 min de exercício.

Quadro 2 - Cálculo do gasto energético



Para calcular o gasto calórico dos exercícios e realizar o acompanhamento da quantidade de energia gasta ao longo da semana podemos utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{kcal/min} = [(\text{METs} \times 3,5 \text{ ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1} \times \text{peso corporal (Kg)})/1000] * 5$$

Informações sobre a intensidade absoluta de diversas atividades para adultos podem ser encontradas no **Compêndio de Atividades Físicas** (<https://sites.google.com/site/compediumofphysicalactivities/home>).

Ex: $[7 \text{ METs} \times 3,5 \text{ ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1} \times 70\text{kg}]/1000 * 5 = 8,6 \text{ Kcal/min} \rightarrow 8,6 \text{ Kcal/min}^{-1} \times 30 \text{ min} \times 3 \text{ vezes/sem} = 774 \text{ Kcal/sem}^{-1}$

Fonte: Elaboração própria com base em AINSWORTH et al., 2000; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018



Para a maioria dos adultos é recomendado um volume alvo $\geq 500-1000 \text{ MET/min/sem-1}$ ou aproximadamente 1000 Kcal/sem-1 de exercício de moderada intensidade.

(AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018)

EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS COM COMPLICAÇÕES DO DM2

Existem cuidados quanto a prescrição de exercícios quando uma das seguintes condições estiver presente: alto risco cardiovascular, neuropatia autonômica, neuropatia periférica, retinopatia, dor/desconforto no peito, hipertensão, nefropatia, presença de úlceras ou artropatia neuropática de Charcot e hipoglicemia. Quando identificado qualquer dessas condições durante a triagem deve-se encaminhar o paciente a uma avaliação médica prévia detalhada (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020; TURNER et al., 2019).

- Pacientes que apresentem alto risco cardiovascular devem ser incentivados a começar com curtos períodos de exercício de baixa intensidade e aumentar lentamente a intensidade e a duração.
- Retinopatia diabética: antes do início dos exercícios deve ser tratada e estabilizada. É contraindicada a realização de exercícios vigorosos, exercícios que aumentem a pressão arterial bruscamente (exercícios físicos de contato, manobra de Valsalva no levantamento de peso, exercícios isométricos). Evite atividades que abaixam a cabeça (por exemplo, ioga) ou que balançam a cabeça. Podem ser realizados exercícios aeróbicos de baixa a moderada intensidade (bicicleta estacionária, caminhada, natação). Manter a pressão arterial sistólica < 170 mmHg. Na ausência de um teste de estresse medindo a frequência cardíaca máxima, use a escala subjetiva de percepção do esforço para monitorar a intensidade do exercício (intensidade 4). O exercício é contraindicado para qualquer pessoa com retinopatia proliferativa não tratada, fotocoagulação panretiniana recente ou outro tratamento cirúrgico ocular recente (aguardar de 3 a 6 meses após a cirurgia).
- Neuropatia periférica: adaptar a modalidade e a intensidade dos exercícios conforme a avaliação das sensibilidades cinestésica e proprioceptiva (reflexos profundos do tendão, sensibilidade vibratória e postural, exame com monofilamento). Podem participar com segurança de exercícios moderados, desde que não tenham úlceras ativas nos pés. Exercícios de alongamento também podem ajudar a impedir a contratura dos membros inferiores. Observar e incentivar o uso de meias e sapatos adequados, de palmilhas de gel de sílica ou aeradas nos tênis, assim como as meias de poliéster ou mistas (poliéster-algodão) e o exame diário dos pés principalmente nos dias em que forem realizar exercícios físicos. Maior atenção na participação em

exercícios que possam causar traumas nos pés, como caminhadas prolongadas, corridas ou caminhadas em superfícies irregulares.



O exame diário dos pés é essencial, principalmente nos dias de realização dos exercícios físicos.

- Neuropatia autonômica: é obrigatória a realização de avaliação cardiovascular antes de aumentar a intensidade dos treinos. Monitorar os sinais e sintomas de hipoglicemia, os sinais e sintomas de isquemia silenciosa e a pressão arterial. Realizar aquecimento e desaquecimento prolongados, evitar mudanças posturais bruscas, maior atenção à hidratação (prevenir desidratação) e às condições climáticas adversas (hipotermia ou hipertermia) e evitar se exercitar imediatamente após as refeições, à noite ou em locais com baixa visibilidade. Probabilidade aumentada de hipoglicemia, respostas anormais da pressão arterial e termorregulação prejudicada, hipotensão postural, bem como frequência cardíaca máxima em repouso elevada. Sugere-se o uso de classificações de esforço percebido (RPE) para monitorar a intensidade do exercício.
- Doença renal diabética: risco aumentado de hipoglicemia naqueles com redução acentuada da taxa de filtração glomerular. Os pacientes em diálise podem frequentemente realizar exercícios leves a moderados e os eletrólitos estiverem controlados. O exercício é contraindicado somente se os níveis de hematócritos, cálcio ou fósforo no sangue forem instáveis. As pessoas com diabetes que passaram por transplante renal podem se exercitar seguramente seis a oito semanas depois do transplante, quando já estão mais estáveis e livres da rejeição. Recomenda-se manter a hidratação, controlar a pressão arterial e a proteinúria/albuminúria. Evite exercícios que causem aumentos excessivos na pressão arterial (por exemplo, levantamento de peso, exercícios aeróbicos de alta intensidade) e a realização de manobra de Valsalva durante as atividades.

(AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018; KANALEY et al., 2022; PITANGA, 2019; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020)

CONTROLE GLICÊMICO EM INDIVÍDUOS COM DM2 QUE FAZEM USO DE INSULINA E SULFONILUREIA

A glicemia diminui durante e após o exercício em indivíduos com DM2, porém normalmente não resulta em hipoglicemia, a menos que o indivíduo esteja tomando insulina ou sulfonilureias. Casos de hipoglicemia podem ser decorrentes da dose do fármaco, associada ao efeito hipoglicêmico do exercício, exceder as necessidades metabólicas do indivíduo. A administração de insulina pré-exercício aumenta o risco de hipoglicemia durante o exercício e a dosagem de insulina, o momento e local de aplicação devem ser considerados, evitando-se a aplicação no mesmo grupo muscular que irá ser exercitado. Carboidratos podem ser necessários se os ajustes acima não forem realizados e/ou se ocorrer hipoglicemia durante ou após as atividades. É necessário cuidado quanto ao exercício físico de longa duração e alta intensidade, pois este aumenta o risco de hipoglicemia pós-exercício com o uso de insulina ou seus secretagogos (KANALEY et al., 2022; TURNER et al., 2019).

As recomendações para o controle glicêmico para pacientes em uso de insulina e sulfonilureia antes de iniciar a sessão de exercício (Quadro 2), durante a sessão de exercícios (Quadro 3) e após sua realização (Quadro 4) são descritas a seguir..

Pessoas com DM2 tratadas com medicamentos que não sejam insulina ou sulfonilureias (ou que mantenham o controle glicêmico apenas com adequação do estilo de vida) tem baixo risco de hipoglicemia e, por isso, geralmente não necessitam do teste contínuo de glicose pré-exercício, ajuste de dose de medicação ou ingestão de carboidratos (KANALEY et al., 2022; TURNER et al., 2019).

Quadro 2: Recomendações para o controle glicêmico antes de iniciar a sessão de exercício para pacientes em uso de insulina e sulfonilureia.

RECOMENDAÇÕES PARA INICIAR O EXERCÍCIO	
Estabelecer a tendência da glicose medindo os níveis de glicose 2 a 3 vezes (ex. a cada 30 min). Se o nível de glicose estiver caindo e a última refeição tiver sido realizada há mais de 90 min, considerar consumir uma porção de carboidrato de absorção lenta, dependendo da duração e intensidade do exercício, da ingestão de carboidratos e o nível de glicose antes de iniciar o exercício.	
Nível de glicose	Pronto para iniciar o exercício
99-270 mg/dL	Pacientes em uso de: Insulina - ter uma porção de carboidrato de rápida absorção quando exercitar, especialmente quando a duração for > 60 min. Sulfonilureia - ter uma porção de carboidrato de absorção lenta quando exercitar, especialmente quando a duração for > 60 min.
Nível de glicose	Glicemia abaixo da meta - adiar o exercício ou não realizá-lo
72-97 mg/dL	Adiar - consumir uma a duas porções de carboidrato de rápida absorção. <ul style="list-style-type: none"> ● Se acostumado a se exercitar e esta for sua resposta a esse nível inicial - pode iniciar o exercício. Siga com carboidratos de absorção lenta se a duração do exercício for > 30 min e/ou a próxima refeição estiver a mais de 30 min. Monitorar a tendência de glicose durante o exercício. ● Se não estiver acostumado a se exercitar e/ou a resposta da glicose ao nível inicial, espere 15 min após consumir o carboidrato e, em seguida, teste novamente. Estará pronto para se exercitar quando a glicose for 99 mg/dL e se sentindo bem. Siga com carboidratos de absorção lenta se a duração do exercício for > 30min e/ou a próxima refeição estiver a mais de 30 min. Monitorar a tendência de glicose durante o exercício.
Nível de glicose	Hiperglicemia, mas sente-se bem. Exercitar com cautela
>270 mg/dL	Causada pela alimentação - se sentir bem e tomar seus medicamentos habituais, faça os exercícios com cautela. Monitorar a tendência de glicose durante o exercício e aumentar a ingestão de líquidos. Causada pelo esquecimento de medicação - se sentir-se bem, fazer apenas exercícios de baixa intensidade e tomar os medicamentos esquecidos o mais rápido possível, aumentar a ingestão de líquidos.
Nível de glicose	Hipoglicemia ou Hiperglicemia - adiar o exercício ou não realizá-lo
<72 mg/dL	Adiar o exercício e tratar a hipoglicemia - consumir uma porção de carboidrato de rápida absorção e retestar após 15 min. Se ainda desejar realizar o exercício, certificar que o nível de glicose seja > 99 mg/dL e continuar com uma porção de carboidrato de absorção lenta. Realizar exercícios de baixa a moderada intensidade e monitorar a glicose, testar a cada 15 min. NÃO EXERCITAR - se estiver sozinho ou se o exercício for potencialmente perigoso.
NÃO EXERCITAR - se o evento hipoglicêmico foi nas últimas 24h e exigiu assistência de outra pessoa para tratá-lo. NÃO EXERCITAR - se o evento hipoglicêmico foi nas últimas 24h que não exigiu assistência, mas o exercício pretendido é potencialmente inseguro (ex. natação, esqui, surf). NÃO EXERCITE ATÉ QUE OS SINTOMAS MELHOREM - se sentir mal (ex. tontura, sudorese anormal, tremores, ansiedade, fraqueza, fome, incapacidade de pensar direito).	
>270 mg/dL	NÃO EXERCITAR - sentir-se mal, cansado, fraco, com sede e/ou estiver urinando com frequência.

Fonte: Adaptado de TURNER et al., 2019. Type 2 Diabetes Exercise Action Plan.

Quadro 3: Recomendações para o controle glicêmico durante a sessão de exercício para pacientes em uso de insulina e sulfonilureia.

RECOMENDAÇÕES DURANTE O EXERCÍCIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Indivíduos treinados possuem maiores reduções durante o exercício aeróbio. • Exercícios de alta intensidade ou exercícios resistidos realizados antes do aeróbio atenuam o risco de hipoglicemia associada ao exercício. • Realizar um exercício aeróbio como resfriamento após um exercício de alta intensidade ou exercício resistido reduz o risco de hiperglicemia associada ao exercício. 	
Nível de glicose	Glicemia abaixo da meta - exercitar com cautela
<99 mg/dL	Consumir carboidratos de rápida absorção se a próxima refeição não for planejada para os próximos 30 minutos - uma porção por hora se exercícios leves, duas porções por hora se exercícios de intensidade moderada, e quatro porções por hora se exercícios vigorosos ou de alta intensidade.
Nível de glicose	Aumento da glicose - exercitar com cautela
Aumento acima do nível pré-exercício	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar que a medicação não tenha sido esquecida; • O aumento é mais provável com exercícios de alta intensidade; • O aumento pode ser devido à alimentação consumida nos últimos 90 min. • Monitorar o aumento, mas se preparar para a queda da glicemia mais tarde - pode exigir correção no consumo de carboidratos e/ou insulina após o exercício.
Nível de glicose	Hipoglicemia - NÃO É SEGURO EXERCITAR
<72 mg/dL	<p>PARE O EXERCÍCIO - consumir uma porção de carboidrato de rápida absorção e verificar novamente após 15 min. Se a glicose ainda estiver < 72 mg/dL, repetir uma porção de carboidrato de rápida absorção. Quando a glicose estiver ≥ 72 mg/dL consumir uma porção de carboidrato de ação lenta se a próxima refeição não for planejada para os próximos 30 min.</p> <p>Só retornar ao exercício quando a glicose estiver ≥ 99mg/dL.</p>

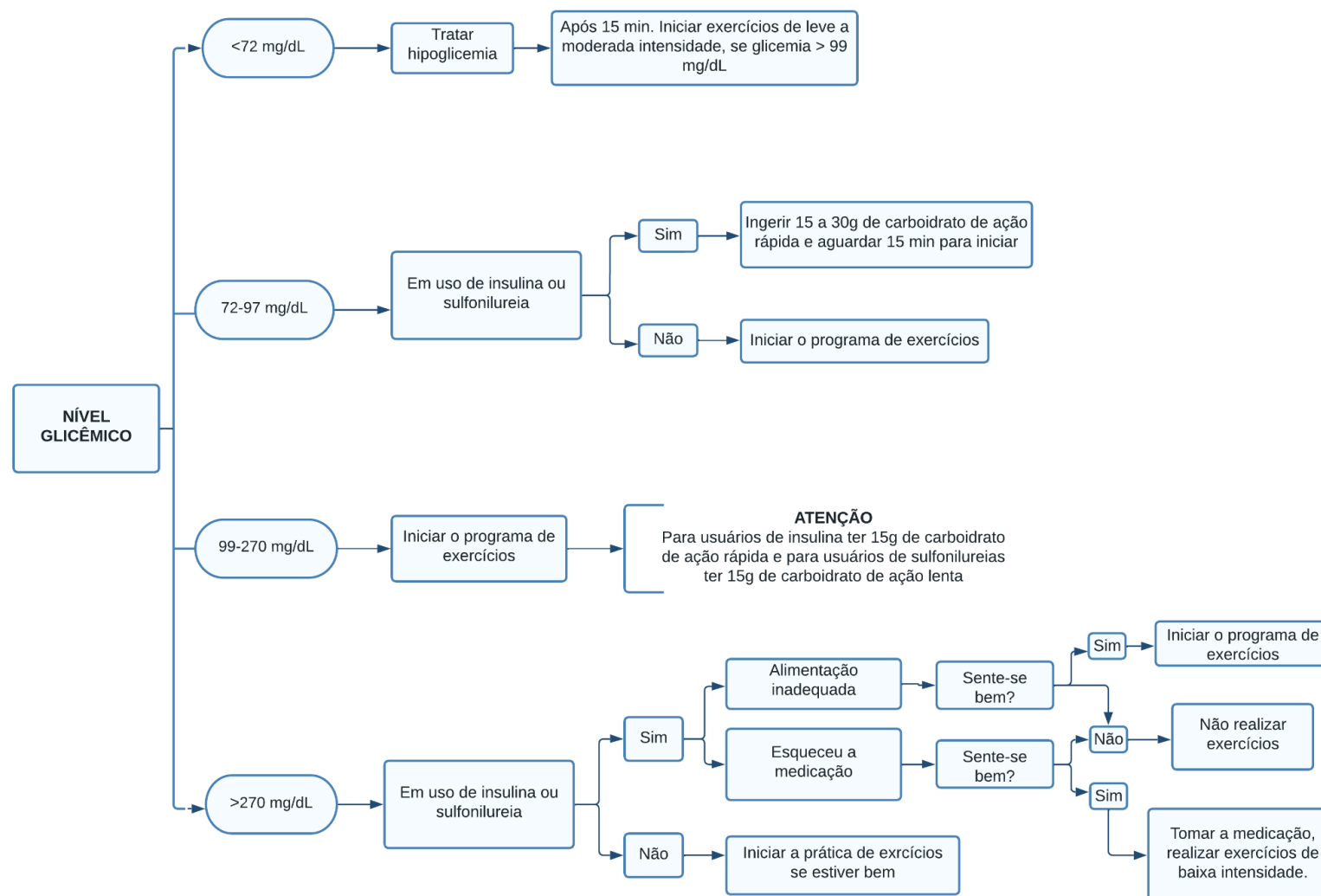
Fonte: Adaptado de TURNER et al., 2019. Type 2 Diabetes Exercise Action Plan.

Quadro 4: Recomendações para o controle glicêmico após a sessão de exercício para pacientes em uso de insulina e sulfonilureia..

ORIENTAÇÕES APÓS O EXERCÍCIO
<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar a glicemia após o exercício quando houver um aumento durante o exercício ou ao realizar um outro exercício; • Efetuar a medição da glicose se o exercício durar mais do que 30 a 60 minutos. Se possível, medir a cada 30 minutos; • Monitoramento adicional é necessário quando o exercício ocorre em calor extremo, frio ou altitude elevada, alteração da duração/intensidade do exercício, e se anteriormente no pós exercício ocorreu hipoglicemia; • Se o exercício for a tarde, monitorar o risco de hipoglicemia noturna; • Se houver hipoglicemia noturna, verificar o nível de glicose antes de dormir, uma vez durante a noite e imediatamente ao acordar; • Se após o jantar o nível de glicose estiver <126 mg/dL, carboidratos extras devem ser consumidos. • Não se exercitar no pico de ação da insulina para evitar hipoglicemia;

Fonte: Adaptado de TURNER et al., 2019. Type 2 Diabetes Exercise Action Plan.

Figura 4. Fluxo de recomendações para o controle glicêmico em pacientes que usam insulina ou sulfonilureia.



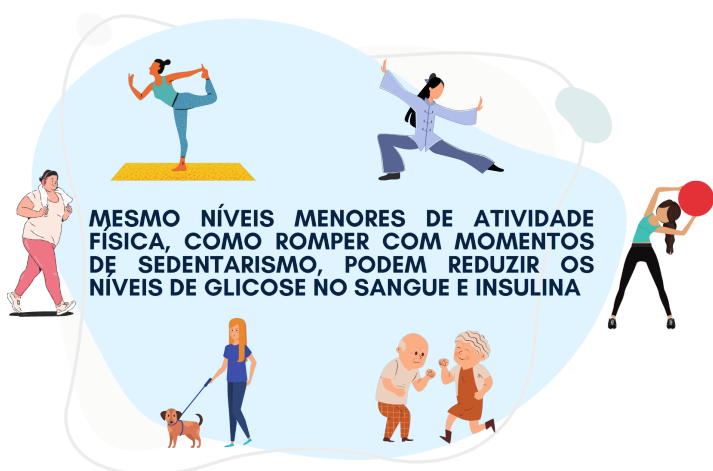
Fonte: Adaptado de TURNER et al., 2019. Type 2 Diabetes Exercise Action Plan.

EXERCÍCIOS FÍSICOS

É importante realizar exercícios diariamente ou, no mínimo, na maioria dos dias da semana, sendo **fundamental não permanecer mais de dois dias sem realizá-los**. Recomenda-se a realização de mais de 150 minutos semanais de exercícios de moderada a vigorosa intensidade, preferencialmente associando exercícios aeróbios e resistidos (Tabela 1).

Uma recomendação padrão para pessoas com diabetes, assim como para indivíduos não diabéticos, é que a atividade física inclua um período adequado de aquecimento e desaquecimento. O aquecimento e o desaquecimento envolvem a realização de uma atividade em velocidade ou intensidade mais lenta. O aquecimento deve conter de 5 a 10 minutos podendo incluir exercícios cardiorrespiratórios em intensidade leve e de flexibilidade. Para a atividade de fortalecimento muscular pode envolver a realização de exercícios com menor carga. O aquecimento possui a finalidade de preparar diferentes sistemas corporais para o aumento progressivo da intensidade do exercício (GARBER et al., 2011; U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2018; ZINMAN et al., 2003)

Quanto ao horário de realização dos exercícios, o exercício pós-prandial proporciona melhor controle glicêmico, atenuando picos glicêmicos agudos, e o maior gasto de energia após a refeição reduz glicemia independentemente da intensidade ou tipo de exercício, com maior duração (≥ 45 min) proporcionando os benefícios mais duradouros (KANALEY et al., 2022).



O melhor exercício precisa incorporar atividades cardiovasculares e de força, mas também deve ser agradável. Encontre o que o seu paciente gosta de fazer, e que se sinta confortável e seguro a realizar.

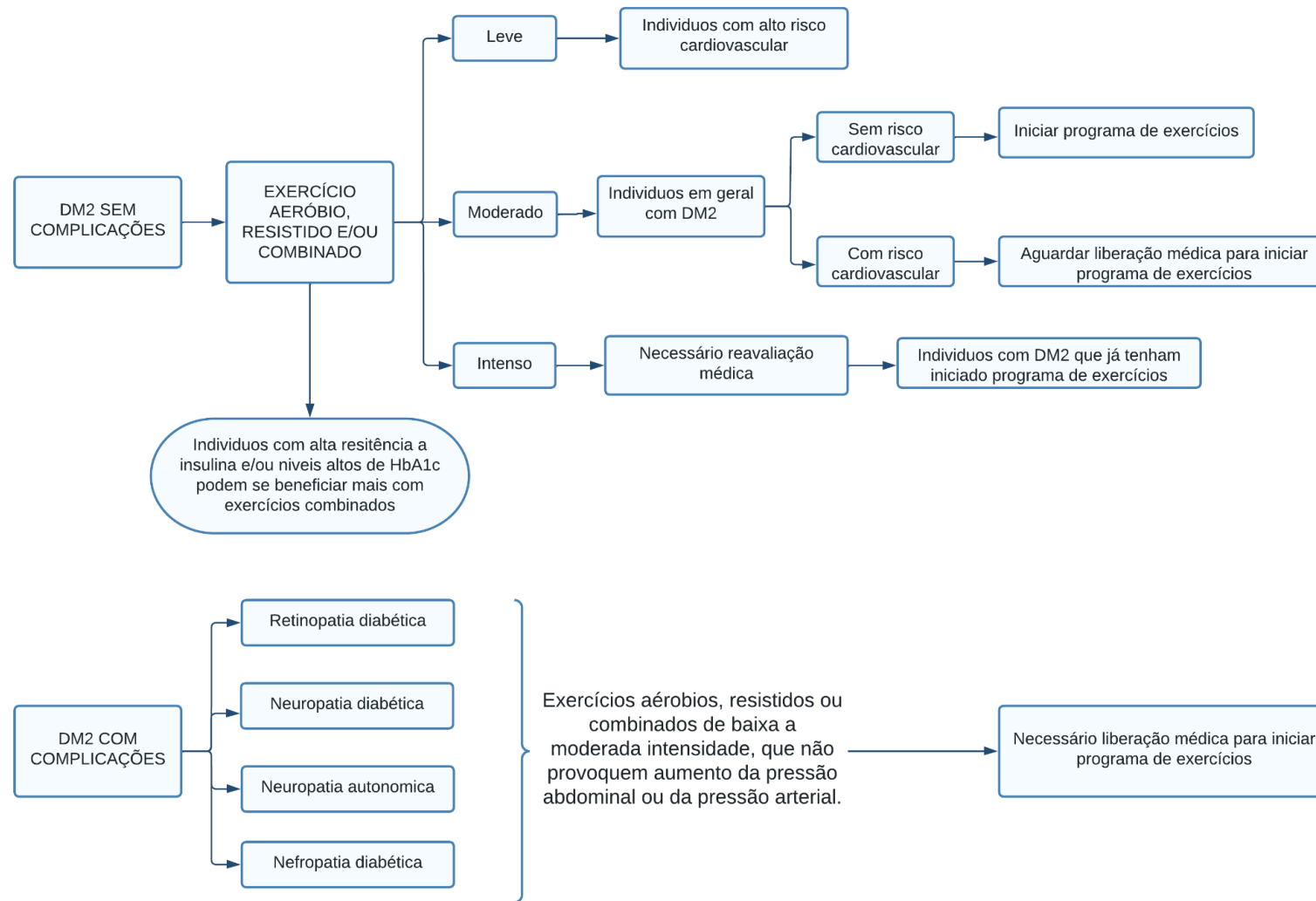
Tabela 2. Recomendações para prescrição de exercícios para pessoas com DM2

<i>Modalidade</i>		<i>Tipo de exercício</i>	<i>Frequência/duração</i>	<i>Intensidade</i>	<i>Recuperação</i>	<i>Progressão</i>	<i>Monitoramento</i>
<i>AERÓBIO</i>	Moderado	Exercícios rítmicos, prolongados e que utilizam grandes grupos musculares (caminhada e corrida em ambiente externo ou esteira ergométrica, ciclismo, bicicleta ergométrica, dança etc.)	3 a 5 vezes por semana. 30 a 60 min.	64 a 76% FCmax; ou nível moderado a pouco intenso (Borg modificada: 7)	Contínuo	Aumento gradual da intensidade, duração e/ou frequência até o objetivo desejado (manutenção).	Cardiofrequencímetro ou Escala de Borg
	HIIT		3 a 5 vezes por semana. 17 a 45 min. Séries de 30 a 58s podendo progredir a períodos de até 4 min.	77 a 95% FCmax; ou nível intenso de esforço percebido (Borg modificada: 8-9)	Intervalos de descanso de 1 até 3 min	Aumento progressivo do volume; dos intervalos de alta intensidade e diminuição dos intervalos de descanso; aumento do número de séries; aumento gradual da intensidade	
<i>RESISTIDO</i>		Pesos livres, máquinas de musculação, bandas de força, peso do corpo, envolvendo os principais grupos musculares de membros inferiores, superiores e core.	3 vezes por semana (dias alternados). 60 min 3 séries de 10 a 15 repetições	Iniciar com intensidade leve (30 a 49% 1RM). Moderado - 50 a 69%1RM. Intenso - 70 a 85% 1RM.	Recomenda-se descanso de 48h entre as sessões para o mesmo grupo muscular.	Aumento gradual da % de 1RM, quando o exercício passou a ser realizado com um esforço mínimo, ou aumentar o número de séries por grupo muscular ou o número de dias por semana em que os grupos musculares são treinados.	Escala de Borg
<i>COMBINADO</i>		Exercícios resistidos + aeróbio	4 a 5 vezes por semana. 30 a 80 min.	Moderado a intenso			Escala de Borg

* Não foram encontradas recomendações específicas às pessoas com diabetes. O sugerido refere-se a recomendação direcionada à população em geral.

Fonte: ALVAREZ et al., 2016; BACCHI et al., 2012; BANITALEBI et al., 2019, 2021; CASSIDY et al., 2019; DE ANDRADE et al., 2016; DELEVATTI et al., 2016; GHOLAMI; NAZARI; ALIM, 2020; LI et al., 2012; MAGALHÃES et al., 2019; MITRANUN et al., 2014; NICOLUCCI et al., 2012; PANDEY et al., 2015; SABAG et al., 2020; STØA et al., 2017; WINDING et al., 2018; YANG et al., 2017

Figura 5. Exercício físico em pacientes com DM2 sem complicações e com complicações



Fonte: Elaboração própria.

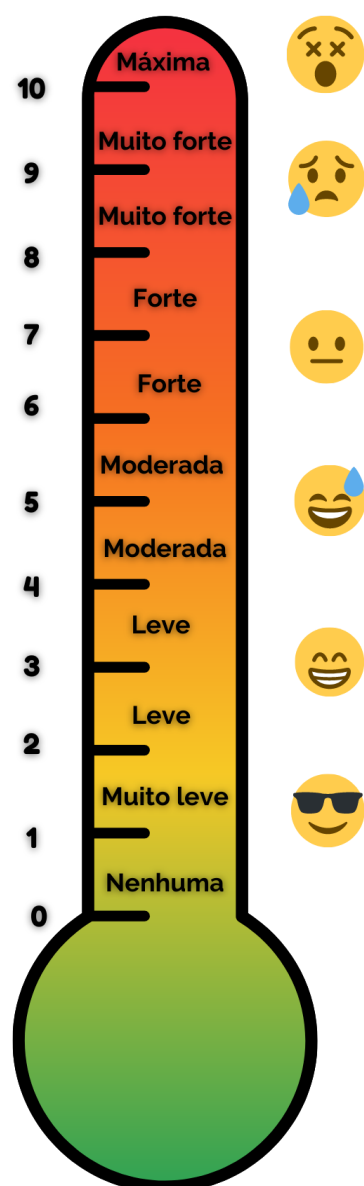
A atividade física pode ser realizada em diferentes graus de intensidade.

Preste atenção em como o paciente se sente:

Figura 6. Escala de percepção subjetiva de esforço - Borg modificada.

QUAL MEU NÍVEL DE CANSAÇO?

Escala de percepção subjetiva de esforço de Borg



■ **Vigorosa:** exige um grande esforço físico, respiração muito mais rápida que o normal e aumenta muito os batimentos do coração. Numa escala de 0 a 10, a percepção de esforço é 6 e 7. Não consegue nem conversar enquanto se movimenta. Requer 6,0 ou mais METs, como correr, carregar cargas subindo escadas, participar de uma aula de ginástica extenuante.

■ **Moderada:** exige mais esforço físico, respiração mais rápida que o normal e aumenta moderadamente os batimentos do coração. Numa escala de 0 a 10, a percepção de esforço é 4 e 5. Consegue conversar com dificuldade enquanto se movimenta. Requer 3,0 a menos de 6,0 METs, como caminhar rapidamente (2,5 a 4 mph) ou varrer o quintal.







■ **Leve:** exige mínimo esforço físico e causa pequeno aumento da respiração e dos batimentos do coração. Numa escala de 0 a 10, a percepção de esforço é de 1 a 3. Consegue respirar tranquilamente e conversar normalmente enquanto se movimenta ou até mesmo cantar uma música. É um comportamento não sedentário que requer menos de 3,0 METs, como caminhar em um ritmo lento ou vagaroso, realizar atividades culinárias ou tarefas domésticas leves.

Fonte: Elaboração própria

(BRASIL, 2021; U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2018).

Figura 7. Apresenta a correlação entre as formas de mensuração da intensidade do exercício.

CORRELAÇÃO ENTRE INTENSIDADES RELATIVAS

INTENSIDADE	VO2máx(%)	FCmáx(%)*	BORG**	BORG (mod)***
 Muito leve	<20	<35	<10	1-2
 Leve	20-39	35-54	10-11	2-3
 Moderada	40-59	55-69	12-13	4-5
 Forte	60-84	70-89	14-16	6-7
 Muito forte	>85	>90	17-19	8-9
 Máxima	100	100	20	10

*Frequência Cardíaca Máxima (FC)=220-idade; **Escala de Percepção de esforço de Borg.***Escala de Percepção de esforço de Borg Modificada.

Fonte: Adaptado de SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015



É importante realizar exercícios diariamente ou, no mínimo, na maioria dos dias da semana, sendo **fundamental não permanecer mais de dois dias sem realizá-los.**

CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE O PROGRAMA DE EXERCÍCIOS

Sempre observe a glicemia:

- Em pessoas em uso de insulina e sulfonilureia recomenda-se realizar um teste de glicose antes de iniciar o exercício, bem como um teste depois de terminada a sessão. Caso o exercício se prolongue por mais de 40 minutos, faça um teste também no decorrer da sessão de treinamento.
- Ter disponível uma fonte de carboidrato de absorção rápida em caso de hipoglicemia. Exemplos: sachê de mel, gel de carboidrato, isotônicos, suco de laranja, maltodextrina ou dextrose, frutas como bananas..
- Orientar indivíduos com DM2 que se exercitam desacompanhados a portar cartão de identificação e fonte de carboidratos de rápida absorção.
- Orientar a reposição de carboidratos para realização de exercícios mais prolongados.



Observe o horário:

- Programar a realização dos exercícios sempre para o mesmo horário, preferencialmente, no período da manhã (para minimizar o risco de hipoglicemia noturna induzida por exercícios).



Alterações no programa:

- Intensificar a quantidade de testes realizados sempre que houver mudanças no programa de treinamento físico (tipos de exercício, intensidade, duração etc.).
- Evitar aumentos não programados/repentinos na duração e na intensidade dos exercícios.



Hidratação:

- Atenção à hidratação, pois a hiperglicemia facilita a desidratação.



Uso de insulina:

- Orientar a não aplicação de insulina na área a ser exercitada, pois os exercícios aumentam a circulação sanguínea no músculo e, com isso, a insulina é absorvida (e age) mais rapidamente (risco de hipoglicemia).



Vestimentas e calçados:

- Incentivar o cuidado com as vestimentas (em especial, com os calçados): uso de roupas apropriadas à modalidade, tênis de qualidade e meias sem costuras demasiadas que possam machucar os pés.
- Incentivar a inspeção dos pés antes e depois da atividade física, a fim de identificar precocemente bolhas, pequenas feridas e rachaduras (comunicar o médico caso isso aconteça).



Atenção a sinais e sintomas

- Sempre verificar se há presença de algum sintoma durante a prática de exercícios (dor no peito, palpitações, sudorese fria, desmaios etc.).
- Sempre que possível, controlar a intensidade do treinamento de forma objetiva (com frequencímetros).



Outros cuidados:

- Não realizar o exercício caso o paciente apresente infecção intercorrente ou após consumo de bebida alcoólica (devido ao elevado risco de hipoglicemia).
- Evitar realizar exercícios em ambientes com condições climáticas extremas e adversas.



(ZAGURY, 2016)

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 32, n. 9, p. 498–516, 2000.

ALVAREZ, C. et al. Low-Volume High-Intensity Interval Training as a Therapy for Type 2 Diabetes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 9, p. 723–729, ago. 2016.

AMANAT, S. et al. Exercise and Type 2 Diabetes. **Advances in experimental medicine and biology**, v. 1228, p. 91–105, 2020.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10. ed. Philadelphia, PA: Debora Riebe, 2018.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. **Diabetes Care**, v. 45, n. Supplement_1, p. S17–S38, 2022

BACCHI, E. et al. Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects: A randomized controlled trial (the RAED2 study). **Diabetes Care**, v. 35, n. 4, p. 676–682, abr. 2012.

BALDUCCI, S. et al. Effect of supervised exercise training on musculoskeletal symptoms and function in patients with type 2 diabetes: the Italian Diabetes Exercise Study (IDES). **Acta diabetologica**, v. 51, n. 4, p. 647–654, 2014.

BANITALEBI, E. et al. Effects of different exercise modalities on novel hepatic steatosis indices in overweight women with type 2 diabetes. **Clinical and molecular hepatology**, v. 25, n. 3, p. 294–304, 2019.

BANITALEBI, E. et al. Sprint interval training vs. combined aerobic + resistance training in overweight women with type 2 diabetes. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 61, n. 5, p. 712–724, 2021.

BRASIL. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Diabetes Mellito Tipo 2: Diabetes Mellito Tipo 2**. Brasília, DF: Conitec, out. 2020. Disponível em: <http://conitec.gov.br/images/Consultas/Relatorios/2020/20201113_Relatorio_PCDT_565_Diabetes_Mellito_Tipo_2.pdf>.

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

COLBERG, S. R. et al. Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 39, n. 11, p. 2065–2079, nov. 2016.

DE ANDRADE, E. A. et al. Exercício físico de moderada intensidade contribui para o controle de parâmetros glicêmicos e clearance de creatinina em pessoas com Diabetes

Mellitus tipo 2 TT - Aerobic physical training at moderate intensity contributes to the control of glycemic para. **Rev. bras. ciênc. mov**, v. 24, n. 1, p. 118–126, 2016.

DEFRONZO, R. A. et al. Type 2 diabetes mellitus. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 1, jul. 2015.

DELEVATTI, R. S. et al. Glycemic reductions following water- and land-based exercise in patients with type 2 diabetes mellitus. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, v. 24, p. 73–77, ago. 2016.

GALICIA-GARCIA, U. et al. Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. **International journal of molecular sciences**, v. 21, n. 17, 30 ago. 2020.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GHOLAMI, F.; NAZARI, H.; ALIMI, M. Cycle Training improves vascular function and neuropathic symptoms in patients with type 2 diabetes and peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 131, mar. 2020.

HORDERN, M. D. et al. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 15, n. 1, p. 25–31, jan. 2012.

KANALEY, J. A. et al. Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 54, n. 2, p. 353–368, fev. 2022.

LI, J. et al. Duration of exercise as a key determinant of improvement in insulin sensitivity in type 2 diabetes patients. **The Tohoku journal of experimental medicine**, v. 227, n. 4, p. 289–296, 2012.

LIMA, W. P. **DIABETES E EXERCÍCIO**. [s.l.] Waldecir Paula Lima, 2018. v. 2

MAGALHÃES, J. P. et al. Effectiveness of high-intensity interval training combined with resistance training versus continuous moderate-intensity training combined with resistance training in patients with type 2 diabetes: A one-year randomized controlled trial. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 21, n. 3, p. 550–559, mar. 2019.

MITRANUN, W. et al. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 2, 2014.

MIZUKAMI, H.; KUDOH, K. Diversity of pathophysiology in type 2 diabetes shown by islet pathology. **Journal of diabetes investigation**, v. 13, n. 1, p. 6–13, jan. 2022.

NICOLUCCI, A. et al. Relationship of exercise volume to improvements of quality of life with supervised exercise training in patients with type 2 diabetes in a randomised controlled trial: The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). **Diabetologia**, v. 55, n. 3, p. 579–588, mar. 2012.

NOLAN, C. J.; DAMM, P.; PRENTKI, M. Type 2 diabetes across generations: from pathophysiology to prevention and management. **Lancet**, v. 378, p. 169–81, 2011.

PANDEY, A. et al. Metabolic Effects of Exercise Training Among Fitness-Nonresponsive Patients With Type 2 Diabetes: The HART-D Study. **Diabetes care**, v. 38, n. 8, p. 1494–1501, 2015.

PITANGA, F. J. G. **Orientações para avaliação e prescrição de exercícios físicos direcionados à saúde**. São Paulo: CREF 4, 2019.

SABAG, A. et al. The Effect of a Novel Low-Volume Aerobic Exercise Intervention on Liver Fat in Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. **Diabetes care**, v. 43, n. 10, p. 2371–2378, 2020.

SIGAL, R. J. et al. Physical Activity and Diabetes. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 42, p. S54–S63, abr. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (ED.). **Posicionamento Oficial SBD no 04/2015 - ATIVIDADE FÍSICA E DIABETES: A PRÁTICA SEGURA DE ATIVIDADES**. Rodrigo Lamounier, , 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. [s.l.] Clannad, 2020.

STØA, E. M. et al. High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 3, p. 455–467, mar. 2017.

TURNER, G. et al. Resources to Guide Exercise Specialists Managing Adults with Diabetes. **Sports medicine - open**, v. 5, n. 1, p. 20, 3 jun. 2019.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Physical Activity Guidelines for Americans**. 2. ed. Washington, DC: U.S.: [s.n.].

WINDING, K. M. 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**, v. 20, n. 5, p. 1131–1139, maio 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Classification of diabetes mellitus 2019**. Geneva: [s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diagnosis and Management of Type 2 Diabetes (HEARTS-D)**. Geneva: [s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour**. Geneva: [s.n.].


YANG, P. et al. Finding the Optimal volume and intensity of Resistance Training Exercise for Type 2 Diabetes: The FORTE Study, a Randomized Trial. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 130, p. 98–107, ago. 2017.

ZAGURY, R. L. **Manual prático sobre exercícios para pessoas com diabetes tipo 2.**, maio 2016.

ZANUSO, S. et al. Exercise in type 2 diabetes: Genetic, metabolic and neuromuscular adaptations. A review of the evidence. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 21, p. 1533–1538, nov. 2017.

ZINMAN, B. et al. Physical activity/exercise and diabetes mellitus. **Diabetes care**, v. 26 Suppl 1, p. S73-77, jan. 2003.

ANEXO 1 - APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

<p>UFPA - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO JOÃO DE BARROS BARRETO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ</p>	
---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Criação e validação de protocolos de intervenções associadas para controle do Diabetes Mellitus na atenção primária à saúde.

Pesquisador: João Soares Felício

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 39536920.5.0000.0017

Instituição Proponente: Hospital Universitário João de Barros Barreto - UFPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.481.093

Apresentação do Projeto:

Criação e validação de protocolos de intervenções associadas para controle do Diabetes mellitus na atenção primária à saúde.

Objetivo da Pesquisa:

Elaborar e implementar protocolos na atenção primária à saúde para propiciar o melhor controle do Diabetes mellitus tipo 2.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Quebra de privacidade das informações pessoais dos sujeitos envolvidos na pesquisa, contornado com a responsabilidade do pesquisador em assegurar o sigilo das informações obtidas.

Benefícios:

Aquisição de informações sobre o diabetes, melhorando assim, a educação sobre a doença.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Importante, uma vez que, pode trazer benefícios à saúde dos sujeitos participantes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos devidamente apresentados.

Endereço: RUA DOS MUNDURUCUS 4487

Bairro: GUAMA

CEP: 66.073-000

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-6754

Fax: (91)3201-6663

E-mail: cephujbb@yahoo.com.br

**UFPA - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO JOÃO DE
BARROS BARRETO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 4.481.093

Recomendações:

Aprovado sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1647351.pdf	26/10/2020 16:58:29		Aceito
Outros	Declaracao_Cumprimentos_HUJBB.PDF	23/10/2020 09:44:12	João Soares Felício	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Relatorio_infraestrutura_HUJBB.PDF	23/10/2020 09:43:39	João Soares Felício	Aceito
Folha de Rosto	FR_HUJBB.PDF	23/10/2020 09:42:34	João Soares Felício	Aceito
Outros	Carta_Encaminhamento_HUJBB.pdf	23/10/2020 09:37:44	João Soares Felício	Aceito
Outros	Declaracao_Responsabilidade_HUJBB.pdf	23/10/2020 09:37:29	João Soares Felício	Aceito
Outros	Isencao_Onus_HUJBB.pdf	23/10/2020 09:37:06	João Soares Felício	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Profissional_Saude.docx	23/10/2020 09:34:35	João Soares Felício	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_V1_09ou2020_Principal.docx	23/10/2020 09:34:28	João Soares Felício	Aceito
Outros	Questionario_Inicial_Pre_protocolo_Profissionais_Saude.docx	23/10/2020 09:34:20	João Soares Felício	Aceito
Outros	Questionario_Inicial_Pre_Protocolo_DM2.docx	23/10/2020 09:33:59	João Soares Felício	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CNPQ.docx	23/10/2020 09:32:01	João Soares Felício	Aceito
Orçamento	Orcamento_Detalhado.docx	23/10/2020	João Soares Felício	Aceito

Endereço: RUA DOS MUNDURUCUS 4487

Bairro: GUAMA

CEP: 66.073-000

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-6754

Fax: (91)3201-6663

E-mail: cephujbb@yahoo.com.br

UFPA - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO JOÃO DE
BARROS BARRETO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



Continuação do Parecer: 4.481.093

Orçamento	Orcamento_Detalhado.docx	09:31:42	João Soares Felício	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	23/10/2020 09:31:26	João Soares Felício	Aceito
Outros	02_Sumario.docx	23/10/2020 09:31:04	João Soares Felício	Aceito
Outros	01_Informacoes_Gerais.docx	23/10/2020 09:30:37	João Soares Felício	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 22 de Dezembro de 2020

Assinado por:

Kátia Regina Silva da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: RUA DOS MUNDURUCUS 4487

Bairro: GUAMA

CEP: 66.073-000

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-6754

Fax: (91)3201-6663

E-mail: cephujbb@yahoo.com.br