

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA MILDEMBERGER

**TREINAMENTO RESISTIDO COMO INTERVENÇÃO NÃO FARMACOLÓGICA NO
TRATAMENTO DO DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO NARRATIVA DA
LITERATURA**



**CURITIBA, PR
2024**

LARISSA MILDEMBERGER

TREINAMENTO RESISTIDO COMO INTERVENÇÃO NÃO FARMACOLÓGICA NO
TRATAMENTO DO DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO NARRATIVA DA
LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Curso de Especialização em
Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do
Paraná. Orientadora: Dra. Paula Born
Lopes.

CURITIBA, PR
2024

“Seja corajoso, seja curioso, seja determinado, supere as probabilidades. É possível.”

Stephen Hawking

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e à minha família, meus pais Sergio e Isabel, minhas irmãs Aline e Amanda por sempre apoiarem os meus passos.

Agradeço em especial à Universidade Federal do Paraná, da qual tenho orgulho de fazer parte como aluna e servidora.

Agradeço aos meus amigos e alunos por confiarem em mim e no meu trabalho.

Agradeço aos colegas e a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial aos professores Wagner Campos e Sérgio Gregório pela dedicação ao curso de Especialização, sempre prontos a nos ajudar e à professora Paula Born, que gentilmente me orientou na elaboração desse trabalho.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a minha Especialização em Fisiologia do Exercício.

RESUMO

Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma das doenças crônicas não-transmissíveis de maior incidência mundial devido à piora dos hábitos alimentares e aumento do comportamento sedentário da população. Algumas comorbidades estão associadas ao diabetes, como a obesidade, hipertensão, doenças cardiovasculares, doença vascular periférica e depressão. O exercício físico tem efeito preventivo, melhorando o metabolismo, a aptidão física e a saúde geral de pacientes com DM2. O objetivo dessa revisão da literatura foi analisar o efeito do treinamento resistido (TR) como intervenção não farmacológica no controle e tratamento da DM2. Foram incluídos 23 estudos, dentre eles artigos originais, revisões sistemáticas e meta-análises, publicados entre 2019 e 2023. Após a leitura dos artigos pode-se concluir que o TR tem efeito benéfico na redução da hemoglobina glicada (HbA1c), um dos principais marcadores biológicos do DM2; promove o transporte da glicose para dentro da célula por uma via independente da insulina; reduz os níveis de leptina, responsável pelo ganho de peso e resistência à insulina; reduz o risco de doenças cardiovasculares associadas ao DM2, entre outros benefícios, causando um efeito positivo no controle e tratamento da doença.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus tipo 2, treinamento de força, marcadores biológicos.

ABSTRACT

Type 2 Diabetes Mellitus (DM2) is one of the chronic noncommunicable diseases with the highest incidence worldwide due to the worsening of eating habits and increased sedentary behavior among the population. Some diseases are associated with diabetes, such as obesity, hypertension, cardiovascular diseases, peripheral vascular disease and depression. Physical exercise has a preventive effect, improving metabolism, physical fitness and general health in patients with DM2. The literature review aimed analyze the effect of resistance training (RT) as a non-pharmacological intervention in the control and treatment of DM2. Twenty-three studies were included, among them original articles, systematic reviews and meta-analyses, published between 2019 and 2023. It had been concluded that RT has a beneficial effect on reducing glycated hemoglobin (HbA1c), one of the main biological markers of DM2; promotes the transport of glucose into the cell via insulin-independent pathway; reduces leptin levels, responsible for weight gain and insulin resistance; reduces the risk of cardiovascular diseases associated with DM2, among other benefits, causing a positive effect on the control and treatment of the disease.

Key-words: Type 2 Diabetes Mellitus, strength training, biological markers.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. METODOLOGIA | 9 |
| 3. DESENVOLVIMENTO | 11 |
| 3.1 DIABETES | 11 |
| 3.2 TREINAMENTO RESISTIDO (TR) | 12 |
| 3.3 TREINAMENTO RESISTIDO E DIABETES | 13 |
| 3.3.1 TR e adipocinas..... | 13 |
| 3.3.2 TR e metabolismo da glicose..... | 14 |
| 3.3.3 TR e hemoglobina glicada (HbA1c) | 15 |
| 3.3.4 TR e risco de doenças cardiovasculares | 16 |
| 3.3.5 Treinamento resistido e suplementação..... | 17 |
| 3.4 RECOMENDAÇÕES | 17 |
| 4. CONCLUSÃO | 20 |
| 5. REFERÊNCIAS | 21 |

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a urbanização da economia global contribuíram para o aumento dos casos de diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Os fatores determinantes incluem uma diminuição geral na atividade física, dieta desequilibrada e rica em alimentos de baixo valor nutritivo e envelhecimento da população (JANSSON, CHAN, *et al.*, 2022).

O diabetes é uma doença crônica não transmissível (DCNT) que tem impacto direto, não só na área da saúde, mas também na econômica, uma vez que os gastos com tratamento e redução da mortalidade poderiam ser minimizados com a adoção de um estilo de vida mais saudável, o que inclui melhoria na dieta alimentar e prática regular de exercícios físicos (ECHOUFFO-TCHEUGUI e SELVIN, 2021).

A Federação Internacional de Diabetes (IDF) estima que, se não forem adotados métodos eficazes de prevenção, 693 milhões de pessoas vivam com diabetes até 2045 (LIN, 2020). De acordo com o inquérito de saúde brasileira, Vigitel Brasil, realizado em 2021 nas capitais brasileiras, o diagnóstico médico de diabetes é mais frequente em pessoas mais idosas (28% da população com mais de 65 anos) e com menor escolaridade (17% daqueles que frequentaram a escola por até 8 anos) (BRASIL, 2021).

O exercício físico é reconhecido por ter um efeito preventivo, melhorando o metabolismo homeostático, a aptidão física e a saúde cardiovascular de pacientes pré-diabéticos e com DM2 (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020). O treinamento aeróbico (TA) é conhecido como padrão ouro e comumente recomendado como intervenção não farmacológica e coadjuvante no tratamento do diabetes tipo 2. Entretanto, essa modalidade pode ser desafiadora e dolorosa para alguns pacientes com obesidade e problemas articulares. Assim, é crescente a busca por avaliar o efeito do treinamento resistido (TR) no controle da doença (JANSSON, CHAN, *et al.*, 2022). Apesar de ainda haver muitas lacunas sobre o mecanismo de atuação do TR, estudos demonstram que esse tipo de treinamento tem efeitos benéficos no DM2, como a redução do risco de doenças associadas, melhora dos níveis glicêmicos e melhora dos marcadores biológicos, como a hemoglobina glicada (HbA1c) por exemplo.

Por isso, o objetivo dessa revisão foi analisar os efeitos do TR como intervenção não farmacológica nos marcadores biológicos da DM2. Para responder esse objetivo,

estudos foram direcionados para compreender a doença, suas causas, sintomas e comorbidades e as recomendações dos órgãos nacionais e internacionais a respeito da prática de atividades e exercícios físicos para a população diabética.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da literatura com pesquisa em artigos científicos que estudaram o efeito fisiológico do treinamento resistido em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Buscaram-se referências atualizadas em que o exercício resistido, especialmente o treinamento de força e com pesos, foram utilizados como intervenção não-farmacológica no tratamento do DM2.

As pesquisas foram realizadas durante o mês de setembro de 2023 nas bases de dados PubMed e Science Direct, de acordo com o fluxograma da Figura 1.

Para a confecção da revisão narrativa, após a escolha do tema de interesse, foi realizado o levantamento da literatura, onde primeiro foram identificadas as palavras-chave e descritores booleanos que melhor restringiram a pesquisa ao tema (GONÇALVES, 2021; KOLLER, DE PAULA COUTO e VON HOHENDORFF, 2014), seguida da leitura do título para critério de exclusão de artigos que não tratavam do objeto dessa pesquisa.

Foram incluídos nesse trabalho artigos originais, meta-análises e revisões sistemáticas publicados na língua inglesa e que tinham como intervenção principal o treinamento resistido como forma não farmacológica de controlar e tratar o diabetes Tipo 2. Ao final, excluindo-se artigos duplicados, livros, teses e dissertações, 23 artigos foram selecionados para leitura na íntegra.

Para a elaboração da introdução, determinou-se o problema, a hipótese, os objetivos e a justificativa da escolha do tema, seguida da elaboração da metodologia, dos resumos e escolha das palavras-chaves apropriadas (GONÇALVES, 2021; KOLLER, DE PAULA COUTO e VON HOHENDORFF, 2014).

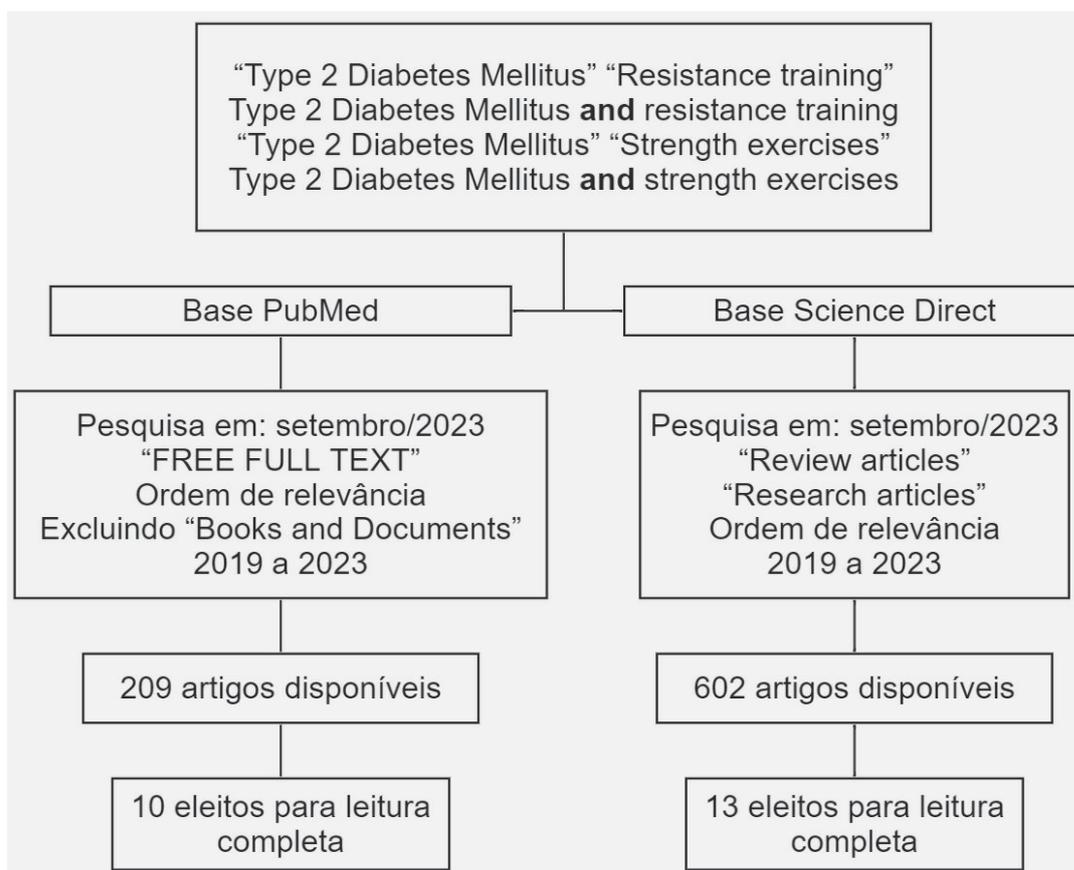


Figura 1. Metodologia de pesquisa adotada (FONTE: a autora, 2024).

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 DIABETES

O diabetes é uma doença crônica não-transmissível (DCNT) representada por uma série de condições metabólicas associadas à hiperglicemia e causadas por insuficiência total ou parcial de insulina (EGAN e DINNEEN, 2019). A American Diabetes Association (ADA) classifica o diabetes em quatro categorias principais: (a) diabetes tipo 1, uma doença autoimune induzida por danos às células β -pancreáticas; (b) diabetes mellitus tipo 2 (DM2), caracterizada pela interrupção da sinalização da insulina e exaustão das células β ; (c) diabetes gestacional, que ocorre durante a gestação quando não há sintomas prévios de diabetes; e (d) outros tipos raros, associados a doenças, síndromes e ao uso de medicamentos para doenças endócrinas (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020).

A Sociedade Brasileira de Diabetes leva em consideração os valores de referência presentes no Quadro 1 para diagnosticar uma pessoa como normoglicêmica, pré-diabética ou diabética.

Quadro 1. Valores de referência para normoglicemia, pré-diabetes e diabetes (Adaptado de COBAS, RODACKI, *et al.*, 2023).

| | Normal | Pré-diabetes | Diabetes tipo 2 |
|-------------------------------|--------|--------------|-----------------|
| Glicemia de jejum (mg/dL) | <100 | 100 a <126 | ≥ 126 |
| Glicemia ao acaso (mg/dL) | -- | -- | ≥ 200 |
| Glicemia 2h após TOTG (mg/dL) | <140 | 140 a <200 | ≥ 200 |
| HbA1c (%) | <5,7 | 5,7 a <6,5 | $\geq 6,5$ |

O pré-diabetes (PD), ou hiperglicemia intermediária é uma regulação prejudicada da glicose, que inclui glicemia de jejum alterada e/ou tolerância diminuída à glicose, assintomático e de detecção baseada inteiramente em medições

laboratoriais, está relacionado apenas com DM2 (RENDELL, 2020; LUO, WANG, *et al.*, 2023).

Evidências sugerem que as intervenções para atingir a normoglicemia na fase pré-diabética produzem efeitos mais robustos e duradouros do que quando a doença já está estabelecida. Essas intervenções são, principalmente, mudanças no estilo de vida com a inclusão de atividades físicas e dieta saudável na rotina (ECHOUFFO-TCHEUGUI e SELVIN, 2021).

O DM2 é, sem dúvida, o tipo mais frequente, correspondendo a 90-95% de todos os casos de diabetes (GUYTON e HALL, 2011). Associadas ao DM2, estão comorbidades como obesidade, hipertensão, dislipidemia, retinopatia, nefropatia, risco de doenças cardiovasculares, doença vascular periférica, depressão, risco de acidente vascular cerebral, entre outras. Quando se trata do sistema musculoesquelético, o DM2 está relacionado à redução da captação de glicose pelo músculo esquelético, aumento da resistência à insulina, toxicidade lipídica crônica, alteração no ATP intracelular e sarcoplasmático, redução da função neuromuscular e da qualidade de vida (MARTÍNEZ, CAMPILLO, *et al.*, 2023).

A disfunção metabólica do diabetes mellitus tipo 2 é acompanhada de inflamação crônica, sendo características fundamentais do DM2 o aumento na secreção de adipocinas inflamatórias (como a leptina e resistina), juntamente com citocinas pró-inflamatórias diabetogênicas de adipócitos (dentre elas o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e a interleucina-6 (IL-6)) (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020).

3.2 TREINAMENTO RESISTIDO

O termo treinamento resistido faz referência a qualquer tipo de exercício contra uma resistência, quer seja uma carga opositora, o próprio peso corporal, resistências elásticas ou do ar, fazendo com que a musculatura se movimente, ou tente se movimentar.

É também conhecido como treinamento de força ou com pesos, sendo que o termo treinamento com pesos costuma se referir ao TR com pesos livres ou em algum tipo de equipamento de treinamento com pesos, enquanto os termos TR e treinamento de força abrangem uma ampla gama de modalidades, incluindo com pesos, com

elásticos, pliométrico e corridas em ladeira, a diferença entre os dois é que o treinamento de força está associado a exercícios contra uma resistência facilmente mensurável, que possibilita o controle das variáveis (FLECK e KRAEMER, 2017).

3.3 TREINAMENTO RESISTIDO E DIABETES

3.3.1 Treinamento resistido e adipocinas

O tecido adiposo, além de principal local de armazenamento de energia, também é um órgão endócrino, que secreta citocinas, quimiocinas e fatores hormonais, ou adipocinas, que regulam processos como comportamento alimentar e imunidade. Mais de 600 adipocinas são conhecidas até o momento e, talvez a mais bem estudada tenha sido a leptina, responsável por hiperfagia, ganho de peso e resistência à insulina quando desregulada (TAYLOR, 2022).

O estudo de Martínez e colaboradores (MARTÍNEZ, CAMPILLO, *et al.*, 2023) incluiu 14 artigos originais em uma revisão sistemática sobre o efeito do treinamento resistido (TR) e do treinamento aeróbico combinado com o treinamento resistido sobre as adipocinas de diabéticos. Intervenções de TR, associadas com treinamento aeróbico induziram maiores reduções nos níveis de leptina, quando comparadas com exercícios realizados de maneira isolada. A redução nos níveis de leptina pode estar associada a reduções nos valores de insulina, massa corporal e massa gorda.

O TR foi semelhante ao treinamento combinado com TA e superior ao TA isolado quando a adipocina de interesse é a adiponectina. O aumento nos níveis de adiponectina pode ser benéfico no controle da glicemia e resistência à insulina (MARTÍNEZ, CAMPILLO, *et al.*, 2023).

Em relação à visfatina, cuja função biológica é o controle dos níveis de insulina, os achados não indicam que o TR sozinho tenha efeito sobre essa, entretanto, quando combinado ao TA, houve redução de até 35%. O mesmo comportamento foi encontrado para a apelina, cujo aumento melhora a atividade do GLUT4 (MARTÍNEZ, CAMPILLO, *et al.*, 2023).

A resistina tem sido associada ao DM2 e sugerida como um marcador pré-clínico de resistência à insulina. Apesar do treinamento combinado ser melhor para a redução dos níveis de resistina, o TR sozinho é capaz de promover a redução da resistência à insulina e melhora da intolerância à glicose. O TR isolado mostrou-se

superior na redução da RBP4, que desempenha papel fundamental na homeostase da glicose e na eficiência do transportador de GLUT4 (MARTÍNEZ, CAMPILLO, *et al.*, 2023).

O aumento do estresse oxidativo pós-treinamento de longo e curto prazo inibe processos inflamatórios e diminui a concentração sérica de vaspina, aumentando a sensibilidade à insulina (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020).

3.3.2 Treinamento resistido e metabolismo da glicose

No estado de repouso, a translocação do transportador de glicose GLUT4 para a membrana celular com o objetivo de captar glicose sanguínea, depende da presença de insulina. A resistência à insulina interrompe essa via e reduz a capacidade das células de absorverem glicose de forma eficiente (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020).

Durante a realização do exercício físico e consequente contração/relaxamento muscular, a translocação do GLUT4 ocorre independentemente da insulina. Ou seja, a insulina e a contração muscular têm efeitos distintos no transporte da glicose muscular e na translocação do GLUT4 pois ativam diferentes vias de sinalização, entretanto, a via ativada pelo exercício ainda não é bem explicada (OPAZO, MCGEE e HARGREAVES, 2020).

Richter cita em seu trabalho com roedores que a captação de glicose pela musculatura das pernas tem um aumento entre 25 e 50 vezes durante a realização de exercícios aeróbicos de intensidade moderada (50-60% VO₂max), isso se justifica pelo aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade da membrana da célula muscular. Entretanto, estudos em humanos são difíceis e não se sabe se a translocação do GLUT4 aumenta de maneira proporcional. De acordo com o autor, a diferença no transporte da glicose induzido pela insulina e pelo exercício se dá pela alta taxa metabólica muscular durante o exercício, o que contribui para o aumento da temperatura do músculo e consequente aumento da atividade do transportador. Outra sugestão é de que a contração/relaxamento muscular provoca deformações mecânicas no tecido, que podem causar um aumento na atividade do GLUT4 (RICHTER, 2021).

O que se sabe é que o exercício resistido pode aumentar a captação de glicose durante estados de repouso por meio da hipertrofia muscular e a prática crônica

melhora a resistência à insulina e o controle da glicemia (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020; JIAHAO, JIAJIN e YIFAN, 2021; RANASINGHE, 2021).

3.3.3 Treinamento resistido e hemoglobina glicada (HbA1c)

A hemoglobina glicada (HbA1c) é formada por reações irreversíveis entre a hemoglobina e a glicose e tem tempo médio de vida de aproximadamente 120 dias, sendo um biomarcador usado para diagnosticar a DM2, monitorar o controle glicêmico e orientar a terapia em pacientes com DM2 (JANSSON, CHAN, *et al.*, 2022). Seu uso foi recomendado por um Comitê de Especialistas em 2009 e fornece uma medida integrada da glicose plasmática predominante durante um período de 2 a 3 meses (EGAN e DINNEEN, 2019).

Jansson e colaboradores investigaram, por meio de revisão sistemática e metanálise o efeito do TR no controle glicêmico em adultos com DM2 a fim de atualizar a literatura sobre os efeitos do TR na HbA1c. Ao todo 20 artigos atenderam ao critério utilizado no estudo. Os resultados indicaram que o TR reduziu a HbA1c em pessoas com DM2, e que, à medida que os participantes melhoraram a força muscular, maior era o benefício produzido na HbA1c. Quando se compara o TR com o TA, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os dois tipos de treinamento na HbA1c. Metade dos estudos incluídos na metanálise relataram boa adesão ao programa de treinamento (JANSSON, CHAN, *et al.*, 2022).

Luo e pesquisadores, avaliaram o efeito do exercício em 70 pré-diabéticos com idade entre 18 e 69 anos sobre a HbA1c e resistência à insulina: um dos grupos praticou atividades aeróbicas, o segundo grupo treinou força com elásticos e o terceiro foi o grupo controle. Após 12 semanas de intervenção, verificou-se que o efeito do TR com elásticos foi superior que o TA na HbA1c e resistência à insulina, sendo os dois grupos superiores ao grupo controle, enquanto o TA resultou num melhor controle da obesidade e consequente diminuição dos níveis de glicose (LUO, WANG, *et al.*, 2023).

Em um estudo controlado e randomizado com 107 diabéticos não-obesos (IMC entre 18,5 e 25 kg/m²), idade entre 18 e 80 anos e HbA1c acima de 6,5%, Kobayashi e colaboradores compararam o efeito do TR isolado, TA isolado e dos dois treinamentos combinados (TA+TR). Após 9 meses de intervenção, houve mudanças nos níveis de HbA1c, força muscular e composição corporal nos três grupos avaliados,

sendo que o TR foi mais eficaz que o TA na redução dos níveis de HbA1c e o treinamento combinado teve efeito intermediário (KOBAYASHI, LONG, *et al.*, 2023).

O TR também contribuiu com maior aumento da massa magra apendicular, dado que 80% da captação de glicose mediada pela insulina ocorre no músculo esquelético, deve-se considerar o aumento da massa magra na melhora do controle glicêmico. Nos casos em que o diabético tem IMC <25 kg/m² e a doença não está associada à obesidade, geralmente pode-se associá-la à sarcopenia, que contribui para o risco aumentado de mortalidade em relação aos diabéticos obesos, assim o ganho de massa muscular com a prática do TR tem papel importante no tratamento da doença (KOBAYASHI, LONG, *et al.*, 2023).

3.3.4 Treinamento resistido e risco de doenças cardiovasculares

O diabetes tipo 2 está altamente associado ao aumento do risco de doenças cardiovasculares, como doença arterial periférica, insuficiência cardíaca e acidente vascular cerebral. Estudos têm mostrado que o treinamento de resistência pode não induzir redução do risco para essas doenças, mas quando combinado ao exercício aeróbico proporciona melhoras no controle glicêmico, pressão arterial sistólica, triglicerídeos e circunferência da cintura, fatores que, quando alterados, são de risco para as doenças cardiovasculares (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020; RANASINGHE, 2021).

Pacientes diabéticos ativos têm pressão arterial mais baixa quando comparados aos sedentários. Essa subpopulação é mais susceptível à hipertensão por exercício, assim, recomenda-se que pacientes hipertensos e com DM2 mal controlados evitem a prática de treinamento de alta intensidade, particularmente exercícios de resistência (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020).

A resistência à insulina diminui a β -oxidação e reduz a utilização de ácidos graxos como fonte de energia, levando a alterações no perfil lipídico de diabéticos como o aumento dos triglicerídeos séricos, VLDL, IDL e diminuição do HDL. O treinamento resistido de intensidade leve ou moderada, com o aumento da sensibilidade à insulina pode melhorar a β -oxidação e equilibrar a utilização de ácidos graxos como substrato, aumentando a eliminação de lipídeos no sangue (AMANAT, GHAHRI, *et al.*, 2020; BORAZJANI, 2021).

3.3.5 Treinamento resistido e suplementação

Idosos com DM2 apresentaram perda de força e de massa muscular aceleradas em relação a normoglicêmicos de mesma faixa etária, o que contribui com a redução da prática de atividades físicas e disfunção metabólica. A manutenção do músculo esquelético é fundamental para essa subpopulação, pois é o tecido muscular o mais sensível à insulina e principal depósito de glicose (MILLER, NOWSON, *et al.*, 2021).

O consumo de proteínas tem efeito favorável na HbA1c, sensibilidade à insulina, composição corporal e concentração de lipídeos no sangue. Estudos controlados com diabéticos obesos na faixa etária de 50 a 75 anos mostraram que a adição da proteína do soro do leite (*whey protein*) na dieta melhora a resposta glicêmica, composição corporal e reduz o risco de eventos cardiometabólicos (MILLER, NOWSON, *et al.*, 2021).

Esse mesmo estudo de Miller e colaboradores sugere que a suplementação com vitamina D tem efeito modesto na força e função muscular em adultos mais velhos, bem como nos índices glicêmicos e marcadores de inflamação em pacientes com DM2 - a inflamação sistêmica contribui para a resistência à insulina e implica na perda de massa muscular (MILLER, NOWSON, *et al.*, 2021).

Ao combinar a suplementação de vitamina D com *whey protein*, os autores observaram aumento nos efeitos do treinamento no controle glicêmico, composição corporal, força muscular ou fatores de risco cardiometabólicos, mas houve benefícios em relação ao ganho de massa muscular, tamanho e força e redução na concentração lipídica no sangue daqueles que foram mais aderentes à intervenção de exercícios e suplementação (MILLER, NOWSON, *et al.*, 2021).

3.4 RECOMENDAÇÕES

Dentre os marcadores biológicos mencionados nesse trabalho, pode-se destacar a hemoglobina glicada (HbA1c) como o mais recomendado para avaliar o desempenho do treinamento resistido como forma de intervenção não farmacológica ao DM2.

Autores como Jansson, Luo, Kobayashi e seus respectivos colaboradores verificaram a redução da HbA1c em populações diabéticas que realizaram exercícios

resistidos (JANSSON, CHAN, *et al.*, 2022; LUO, WANG, *et al.*, 2023; KOBAYASHI, LONG, *et al.*, 2023) e, diferentemente dos demais marcadores, há valores de HbA1c bem estabelecidos na literatura para classificar o indivíduo como normoglicêmico, pré-diabético ou diabético (Quadro 1), facilitando a avaliação da intervenção nesse marcador.

O American College of Sports Medicine (ACSM) publicou na edição de fevereiro de 2022 da *Medicine & Science in Sports & Exercise* seis dicas para pessoas com DM2 a respeito de atividades físicas, elas estão listadas no Quadro 2 (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2022).

Quadro 2. Dicas do American College of Sports Medicine para atividades físicas com diabetes (Adaptado de AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2022).

- O exercício aeróbico regular melhora o controle glicêmico;
- O exercício resistido de alta intensidade é melhor no controle da glicose e atenuação dos níveis de insulina quando comparado ao exercício moderado;
- Realizar exercícios após as refeições e nunca em jejum;
- Reduzir o tempo sedentário;
- Pessoas que fazem uso de insulina devem aumentar a ingestão de carboidratos ou reduzir a insulina pré-treino (prevenir hipoglicemia);
- Pessoas que usam betabloqueadores devem utilizar a percepção subjetiva de esforço (PSE) para medir a intensidade do treino, e não monitores cardíacos.

Martínez e seus colaboradores recomendaram o treinamento moderado a vigoroso envolvendo grandes grupos musculares, pelo menos 2 vezes na semana, 8 a 10 exercícios por sessão, 2 a 4 séries por exercício, 8 a 10 repetições por séries e 1 a 2 minutos de recuperação entre as séries (MARTÍNEZ, CAMPILLO, *et al.*, 2023).

A Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) segue as recomendações da ADA e do ACSM, elas estão resumidas no Quadro 3 (SILVA JR., FIORETTTI, *et al.*, 2023).

Quadro 3. Recomendações para a prática de exercícios por diabéticos (Adaptado de SILVA JR., FIORETTI, et al., 2023).

| | |
|------------------------------------|--|
| JOVENS DIABÉTICOS | <ul style="list-style-type: none">→ TREINAMENTO AERÓBICO: 60 min/dia, de intensidade moderada ou alta;→ TREINAMENTO RESISTIDO: 3 vezes na semana; |
| ADULTOS E IDOSOS DIABÉTICOS | <ul style="list-style-type: none">→ TREINAMENTO AERÓBICO: 150 min/sem, intensidade moderada ou alta;→ TREINAMENTO RESISTIDO: 3 vezes na semana;→ TREINO DE FLEXIBILIDADE: 2 A 3 vezes na semana; |
| PRÉ-DIABÉTICOS | → 210 min/sem de treino de intensidade moderada ou 125 min/sem de alta intensidade. |

É importante que se seguem as recomendações em relação ao tempo, intensidade e modalidade da prática de exercícios, sempre com a supervisão de um profissional habilitado e mantendo o acompanhamento médico.

4. CONCLUSÕES

A maioria dos estudos apresentou o treinamento de força como benéfico para reduzir os valores de HbA1c, promover o transporte de glicose para dentro da célula – por uma via que independe da insulina, reduzir o risco de doenças cardiovasculares e tem efeito benéfico nas principais adipocinas do corpo, responsáveis por regular o comportamento alimentar, resistência à insulina e imunidade. Redução no risco de doenças cardiovasculares associadas ao DM2, entre outros benefícios, causando um efeito positivo no controle e tratamento da doença. O treinamento resistido foi apresentado aqui como uma intervenção não farmacológica no tratamento da doença, principalmente para os pacientes obesos e com dores articulares que não suportam a prática de atividades por longos períodos. Apesar de todos os benefícios encontrados, o mecanismo fisiológico de atuação do TR não está bem elucidado, e necessitam de mais estudos na área para progredir nesse sentido.

5. REFERÊNCIAS

AMANAT, S. *et al.* Exercise and Type 2 Diabetes. **Physical Exercise for Human Health**, 1228, 2020. 91-105.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, ACSM. 6 tips for physical activity with type 2 diabetes, 2022. Disponível em: https://www.acsm.org/docs/default-source/member-hub-documents/member-resources/type-2-diabetes-infographic.pdf?sfvrsn=3aa02fb9_2. Acesso em: 27 out 2023.

ASSOCIATION, American D. 5 - Facilitating behavior change and well-being to improve health outcomes. Standards of medical care in diabetes - 2020. **Diabetes Care**, 43, 2020.

BENTO, A. V. Como fazer uma revisão da literatura: considerações teóricas e práticas.

BORAZJANI, S. J.-E. C. Effects os resistance training ang nigella sativa on type 2 diabetes: implications for metabolic markers, low-grade inflammation and liver enzyme production. **Archives of Physiology and Biochemistry**, 2021.

BRASIL. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Ministério da Saúde. [S.l.]. 2021.

COBAS, R. *et al.* Diagnóstico do diabetes e rastreamento do diabetes tipo 2. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**, 2023.

ECHOUFFO-TCHEUGUI, J. B.; SELVIN, E. Pre-diabetes and whay it means: the epidemiological evidence. **Annu Rev Public Health**, 42, April 2021. 59-77.

EGAN, A.M.; DINNEEN, S. F. What is Diabetes? **Medicine**, 47, 2019. 1-4.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4^a. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017.

GONÇALVES, J. R. **Manual de artigo de revisão de literatura**. 3^a. ed. Brasília: Processus, v. II, 2021.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ANSSON, A. K. *et al.* Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effects of changes in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open Diabetes Research & Care**, 2022.

JIAHAO, L.; JIAJIN, L.; YIFAN, L. Effects of resistance training on insulin sensitivity in the elderly: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Exercise Science & Fitness**, 19, 2021. 241-251.

KOBAYASHI, Y. *et al.* Strength training is more effective than aerobic exercise for improving glycaemic control and body composition in people with normal-weight type 2 diabetes: a randomised controlled trial. **Diabetologia**, v. 66, p. 1897-1907, 2023.

KOLLER, S. H.; DE PAULA COUTO, M. C. P.; VON HOHENDORFF, J. **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Penso Editora, 2014.

LIN, X. E. C. Global, regional, and national burden and trend of diabetes in 195 countries and territories: an analysis from 1990 to 2025. **Scientific reports**, 10, 2020.

LUO, X. *et al.* Effect of resistance vs. aerobic exercise in pre-diabetes: an RCT. **Trials**, v. 24, n. 110, 2023.

MARTÍNEZ, P. J.-. *et al.* Chronic resistance training effects on serum adipokines in type 2 diabetes mellitus: A systematic review. **Health Care**, 11, 2023.

MILLER, E. G. *et al.* Effects of whey protein plus vitamin D supplementation combined with progressive resistance training on glycaemic control, body composition, muscle function and cardiometabolic risk factors in middle-aged and older overweight/obese adults with type 2 diab. **Diabetes Obes Metab**, v. 23, p. 938-949, 2021.

OPAZO, M. F.-.; MCGEE, S. L.; HARGREAVES, M. Exercise and GLUT4. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 48, n. 3, 2020. 110-118.

RANASINGHE, C. E. C. Glycemic and cardiometabolic effects of exercise in South Asian Sri Lankans with type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial Sri Lanka diabetes aerobic and resistance training studt (SL-DARTS). **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, 15, 2021. 77-85.

RENDELL, M. Pharmacotherapeutic Options for prediabetes. **Opinion on Pharmacotherapy**, Sept 2020.

RICHTER, E. A. Is GLUT4 translocation the answer to exercise-stimulated muscle glucose uptake? **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, 320, 2021. 240-243.

SILVA JR., W. S. *et al.* Atividade física e exercício no pré-diabetes e DM2. **Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes**, 2023. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/atividade-fisica-e-exercicio-no-pre-diabetes-e-dm2/>. Acesso em: 30 out 2023.

TAYLOR, E. B. The complex role of adipokines in obesity, inflammation, and autoimmunity. **Clinical Science**, 135, 2022. 731-752.