RGe ISSN: 2177-3246

UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE QUAIS EXERCÍCIOS FÍSICOS QUE BENEFICIAM PACIENTES COM DIABETES: RESISTIDO, AERÓBICO OU COMBINADO

AN INTEGRATIVE REVIEW ON WHICH PHYSICAL EXERCISES BENEFIT PATIENTS WITH DIABETES: RESISTANCE, AEROBIC, OR COMBINED

UNA REVISIÓN INTEGRADORA SOBRE QUÉ EJERCICIOS FÍSICOS BENEFICIAN A LOS PACIENTES CON DIABETES: DE RESISTENCIA, AERÓBICOS O COMBINADOS

10.56238/revgeov17n4-155

Lidiane Régia Pereira Braga de Britto
Doutora em Biotecnologia
Instituição: Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina

Wellington Gabriel Gomes de Lima
Graduação em Fisioterapia
Instituição: Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina

RESUMO
O estudo trata-se de uma revisão integrativa, sobre qual tipo de exercício físico ser mais benéfico para pacientes com Diabetes Mellitus 2, considerando os aspectos como qualidade de vida, melhoras na condição de saúde e condicionamento físico. Os aspectos fisiológicos também foram considerados, uma vez que os exercícios contribuem para a homeostase. O objetivo é comparar o exercício resistido (força) com o aeróbico e o combinado (junção do resistido com o aeróbico). Foram selecionados cinco artigos para a revisão integrativa, que entraram nos critérios de inclusão pŕe estabelecidos. Os artigos foram analisados na íntegra, ponderando e correlacionando com a fisiologia humana. Os estudos analisados apresentaram algumas divergências em relação a qual tipo de exercício é mais benéfico para pessoas com Diabetes Mellitus tipo 2, o exercício resistido se mostrou mais benéfico, quando comparado com outros estudos, pois houve uma redução significativa na glicose basal dos pacientes, na redução do Índice de Massa Corporal (IMC) e consequentemente uma melhora na qualidade de vida. O exercício aeróbico tem suas qualidades na regulação da pressão arterial e outros sinais vitais importantes. Houve também melhora da força dos membros superiores e melhora na capacidade aeróbica importante, o exercício aeróbico destaca-se na circulação periférica, melhorando a captação da glicose e distribuição da insulina. Os estudos analisados apesar de apresentarem divergências sobre qual o exercicio mais benéfico para pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2, seguem o mesmo fluxo e mesma linha de raciocínio comparativo onde os três tipos de exercícios são benéficos, porém cada um em um aspecto ou mais que o outro. Entretanto, o exercício resistido se mostrou superior em alguns aspectos como o condicionamento físico e aumento de equilíbrio. Ainda assim, mais estudos devem ser feitos com metodologia de pesquisa mais avançada e controle maior sobre a realização das atividades pelos pacientes em um tempo maior.

Palavras-chave: Exercício. Fisioterapia. Diabetes. Treino. Aeróbico. Resistido. Combinado.

ABSTRACT
The study is an integrative review focused on determining which type of physical exercise is more beneficial for patients with Type 2 Diabetes Mellitus, considering aspects such as quality of life, improvements in health condition, and physical fitness. Physiological aspects were also taken into account, as exercises contribute to homeostasis. The objective is to compare resistance exercise (strength training) with aerobic exercise and combined exercise (a combination of resistance and aerobic exercise). Five articles were selected for the integrative review based on pre-established inclusion criteria. The articles were analyzed in-depth, considering and correlating them with human physiology. The analyzed studies showed some discrepancies regarding which type of exercise is more beneficial for people with Type 2 Diabetes Mellitus. Resistance exercise was found to be more beneficial compared to other studies, as there was a significant reduction in patients' fasting glucose levels, a decrease in Body Mass Index (BMI), and consequently an improvement in quality of life. Aerobic exercise has its strengths in regulating blood pressure and other vital signs. There was also improvement in upper limb strength and important aerobic capacity; aerobic exercise stands out in peripheral circulation, improving glucose uptake and insulin distribution. Despite the discrepancies among the analyzed studies regarding the most beneficial exercise for Type 2 Diabetes Mellitus patients, they follow the same flow and comparative reasoning line where all three types of exercises are beneficial, but each excels in one aspect or more than the others. However, resistance exercise proved superior in some aspects such as physical fitness and balance improvement. Nonetheless, more studies with more advanced research methodology and greater control over patients' activity performance over a longer period are needed.

Keywords: Exercise. Physiotherapy. Diabetes. Training. Aerobic. Resistance. Combined.

RESUMEN
Este estudio es una revisión integradora sobre qué tipo de ejercicio físico es más beneficioso para pacientes con diabetes mellitus tipo 2, considerando aspectos como la calidad de vida, la mejora del estado de salud y el acondicionamiento físico. También se consideraron aspectos fisiológicos, dado que el ejercicio contribuye a la homeostasis. El objetivo es comparar el ejercicio de resistencia (fuerza) con el ejercicio aeróbico y el combinado (una combinación de ambos). Se seleccionaron cinco artículos para la revisión integradora, que cumplían con los criterios de inclusión preestablecidos. Los artículos se analizaron en su totalidad, considerando y correlacionándolos con la fisiología humana. Los estudios analizados presentaron algunas divergencias respecto al tipo de ejercicio más beneficioso para las personas con diabetes mellitus tipo 2; el ejercicio de resistencia demostró ser más beneficioso en comparación con otros estudios, ya que se observó una reducción significativa de la glucosa basal de los pacientes, una reducción del Índice de Masa Corporal (IMC) y, en consecuencia, una mejora en la calidad de vida. El ejercicio aeróbico tiene propiedades para regular la presión arterial y otros signos vitales importantes. También mejoró la fuerza de las extremidades superiores y la capacidad aeróbica, mejorando significativamente la circulación periférica, la captación de glucosa y la distribución de insulina. Los estudios analizados, si bien presentan divergencias sobre qué ejercicio es más beneficioso para pacientes con diabetes mellitus tipo 2, siguen la misma línea de razonamiento comparativo, donde los tres tipos de ejercicio resultan beneficiosos, cada uno en uno o más aspectos que los demás. Sin embargo, el ejercicio de resistencia demostró ser superior en algunos aspectos, como el acondicionamiento físico y la mejora del equilibrio. Aun así, se deberían realizar más estudios con una metodología de investigación más avanzada y un mayor control sobre la realización de las actividades por parte de los pacientes durante un período más prolongado.

Palabras clave: Ejercicio. Fisioterapia. Diabetes. Entrenamiento. Aeróbico. Resistencia. Combinado.

1 INTRODUÇÃO

As doenças crônicas são um dos maiores problemas de saúde pública no Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Isso, devido aos custos com cuidados e tratamento, principalmente em casos avançados com doenças secundárias. Diante disso, as práticas não farmacológicas podem ser uma boa alternativa para melhor qualidade de vida dos pacientes com Diabetes Mellitus (DM). Além disso, os exercícios físicos ajudam na prevenção de complicações e doenças futuras relacionadas a Diabetes, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020).

A diabetes mellitus é uma doença crônica, não transmissível, caracterizada pela hiperglicemia e diminuição da insulina ou déficit da função de captação. Sendo assim, pode afetar vários sistemas, causando assim uma disfunção ou falência de vários órgãos. A insulina se trata de um hormônio produzido pelo pâncreas, e tem como função a regulação e absorção da glicose na corrente sanguínea. A diabetes pode ser dividida em duas categorias: A DM tipo 1, é quando a insulina não é suficiente para as necessidades fisiológicas. Já a DM tipo 2, acontece uma resistência à insulina. Além disso, ela é predominantemente na infância ou juventude, necessitando de uma suplementação diária e abrange cerca de 90% dos casos de diabetes (MCARDLE, 2018).

Segundo a OMS, cerca de 422 milhões de pessoas em 2014, por todo o mundo, têm diabetes. As complicações devido a DM, quando a longo prazo, podem gerar consequências graves, como no caso das doenças cardiovasculares, insuficiência renal crônica, dislipidemia e até mesmo a cegueira. Com isso, 1,5 milhão de mortes são causadas por complicações decorrentes da diabetes a cada ano. Em 2019, a doença renal secundária à diabetes causou cerca de 2 milhões de mortes.

Em 2020, cerca de 9,3% da população adulta, com idades entre 20 e 79 anos (o que representa uma incrível marca de 463 milhões de indivíduos), estão vivendo com diabetes. Adicionalmente, cerca de 1,1 milhão de jovens e crianças abaixo dos 20 anos têm diabetes tipo 1. No ano de 2010, as estimativas globais do IDF (Federação Internacional de Diabetes) para o ano de 2025 previam 438 milhões de casos de diabetes. Agora, faltando um ano para alcançarmos essa data, a previsão já foi revista para 463 milhões (Sociedade Brasileira de Diabetes, 2020).

A fisioterapia em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2, tem como objetivo prevenir, conscientizar e tratar multiprofissionalmente as futuras complicações decorrentes de disfunções dos sistemas afetados. Os exercícios, além da perda de peso, atuam melhorando a captação da insulina, a funcionalidade e independência, promovendo assim uma qualidade de vida (*American College of Sports Medicine* ACMS, 2022).

O estudo tem como objetivo chegar a um resultado sobre qual melhor tipo de exercício (resistido, aeróbico ou o combinado) e qual frequência tem melhores benefícios e trazem qualidade de vida para pacientes com DM. Visto que até o momento os estudos relacionados se encontram com texto completo indisponível ou com risco de viés.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Diabetes Mellitus é uma condição metabólica que se caracteriza pela presença de níveis elevados de glicose no sangue, devido a deficiências na produção ou ação da insulina (American Diabetes Association, 2022). Existem distintos tipos de diabetes, sendo os mais comuns o Tipo 1, no qual o organismo não produz insulina em quantidade suficiente, e o Tipo 2, marcado pela resistência à insulina e deficiência em sua produção.

No Diabetes Tipo 1, há uma destruição das células beta pancreáticas, responsáveis pela produção de insulina, levando a uma deficiência absoluta desse hormônio. Já no Diabetes Tipo 2, observa-se uma resistência à insulina nos tecidos periféricos e uma diminuição na secreção de insulina pelas células beta (Defronzo et al., 2015). Essa condição resulta em hiperglicemia crônica, lesões nos vasos sanguíneos e complicações a longo prazo.

O exercício físico desempenha um papel essencial no manejo do Diabetes Mellitus, com estudos demonstrando que a prática regular melhora a sensibilidade à insulina, reduz a glicemia em jejum e pós-prandial, e auxilia no controle do peso corporal (Colberg et al., 2016). Além disso, o exercício contribui para a saúde cardiovascular, aumenta a capacidade aeróbica e reduz o risco de complicações relacionadas à diabetes.

Para indivíduos com Diabetes Mellitus, é recomendada uma combinação de exercícios aeróbicos, como caminhada, corrida, natação e ciclismo, juntamente com exercícios de resistência, como musculação e treinamento funcional (American College of Sports Medicine, 2016). Essa prática deve ser adaptada às capacidades e limitações individuais, sempre sob supervisão profissional. Durante a atividade física, há um aumento na captação de glicose pelas células musculares, independentemente da ação da insulina, o que contribui para a redução da glicemia (Sigal et al., 2017). Além disso, a prática regular de exercícios melhora a sensibilidade dos tecidos à insulina, facilitando o transporte de glicose para dentro das células.

É crucial ressaltar que pessoas com Diabetes Mellitus devem passar por uma avaliação médica e consultar um profissional de educação física antes de iniciar um programa de exercícios. O controle da glicemia, a monitorização durante o exercício e a prevenção de complicações devem ser gerenciados com cuidado.

O exercício físico desempenha um papel fundamental no manejo do Diabetes Mellitus, contribuindo para o controle glicêmico, a saúde cardiovascular e a qualidade de vida dos pacientes. A combinação adequada de exercícios aeróbicos e de resistência, aliada a um acompanhamento multidisciplinar, é essencial para otimizar os benefícios do exercício nessa população.

3 METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura a partir da pergunta norteadora: O exercício físico melhora a qualidade de vida de pacientes com diabetes mellitus tipo 2?

O estudo foi desenvolvido utilizando a seguinte estratégia: a escolha da pergunta norteadora, utilizando o método PICO, onde o "P" é a população do estudo, no caso são pacientes com diabetes mellitus do tipo 2, entre 30 e 60 anos. O "I", trata-se da intervenção, que vem a ser o exercício físico. O "C" é a comparação, no caso, de qual tipo de exercício é mais benéfico, o exercício resistido, aeróbico ou combinado (resistido+aeróbico). Já o "O", é o *outcome/*desfecho, quais os resultados esperados. A partir desse ponto, foi estabelecido as palavras-chaves de busca e os critérios de seleção e exclusão para busca na literatura, encontrando um total de 78 artigos. Logo em seguida, após a busca dos artigos de acordo com os critérios, o próximo passo é seleção de acordo com o tema principal e a leitura para síntese das informações a serem coletadas e uma apresentação dos achados a posteriori.

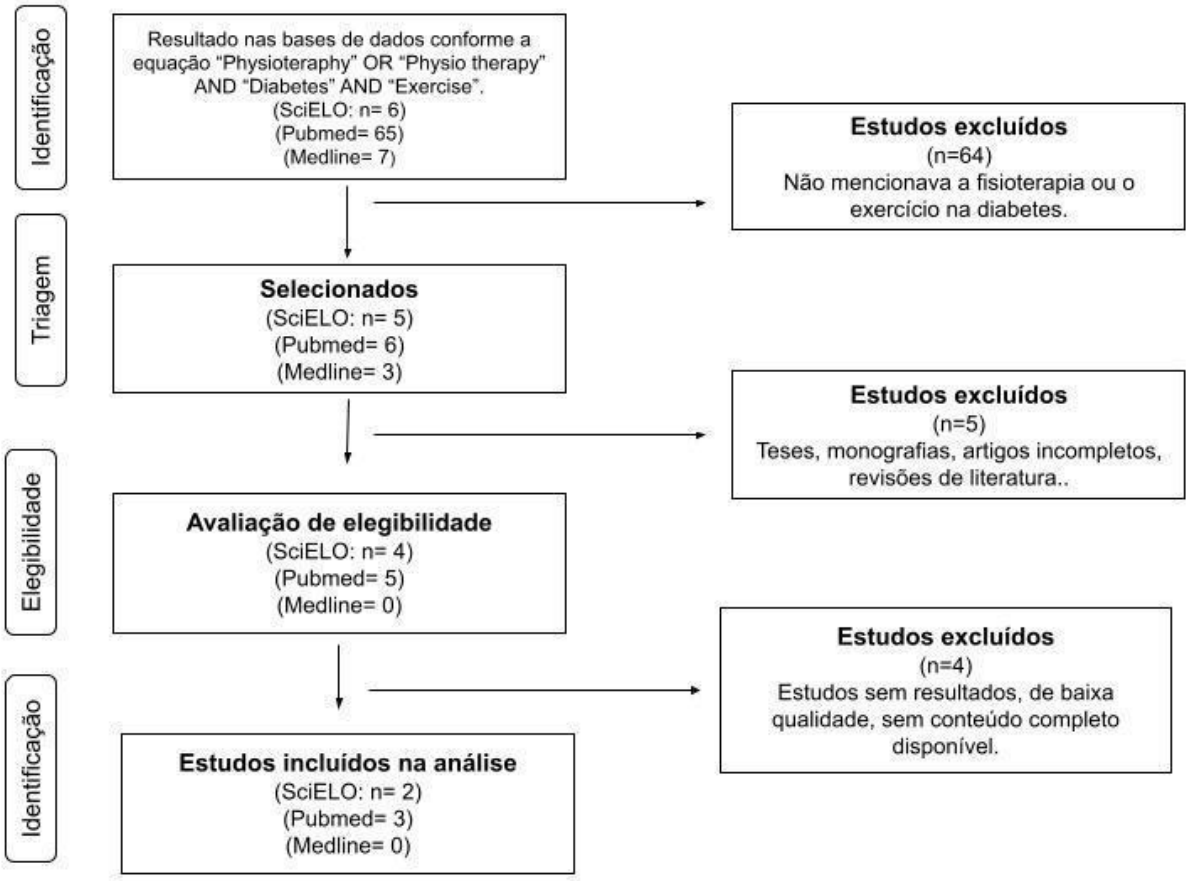
As buscas para seleção de artigos foram realizadas nas seguintes bases de dados: SciELO *(Scientific Electronic Library Online),* MEDLINE *(National Library of Medicine),* PUBMED *(National Library of Medicine).* Para uma busca refinada, os operadores boleanos utilizados foram no seguinte esquema: *(Physiotherapy) OR (Physio therapy) AND (Diabetes) AND (exercise).*

Os critérios de inclusão foram: artigos de estudo primário sobre exercícios físicos na DM2, disponíveis na íntegra, na língua inglesa, espanhola ou portuguesa, publicados entre 2012 e 2023. Da busca, foram excluídas revisões de literatura, monografias, teses e artigos de declaração de consenso.

A busca foi realizada em novembro e dezembro de 2022; Janeiro, fevereiro e março de 2023.

No dia 21/03/2024, na base PUBMED com os mesmos descritores, utilizando o AND, foi encontrado sem filtros 2860 artigos, dentro os critérios pré-estabelecidos, sendo selecionados 3 artigos do PUBMED e 2 do SciELO. Os artigos foram traduzidos para o português e lidos na íntegra para comparação de dados e análise dos achados.

Figura 1 - Fluxograma de seleção dos artigos



Fonte: Autores.

Quadro 1- Artigos selecionados após a busca.

AUTOR	ATIVIDADE DESCRITA NO ARTIGO	NÚMERO AMOSTRAL	DESFECHO
Antônio Renato Pereira Moro (2012).	Estudo quase-experimental, um programa de exercício combinado e Aeróbico.	24 pacientes, sedentários divididos em 2 grupos: treinamento combinado e treinamento aeróbico.	O treinamento combinado foi mais eficaz em relação à hemoglobina glicosilada e o treinamento aeróbio, na glicose plasmática.
Jefferson Thiago Gonela. Vanilde de Castro. Maria Lúcia Zanetti, 2020.	Estudo de caso, capacidade funcional e a pressão arterial antes e depois do treinamento resistido.	23 pacientes participaram de uma avaliação de O programa de exercícios foi de 16 semanas, sendo 12 de treinamento e 4 de estimativas.	Aumento de força para membros inferiores e membros superiores, melhora na perfusão sanguínea e na captação da glicose.
Olver, 2016.	Treinamento de resistência, sprint intervalado e exercício resistido: impacto na disfunção microvascular no diabetes tipo 2.	Número amostral de 10.000 pacientes.	A prática de exercícios físicos de intensidade moderada e vigorosa, e não de baixa intensidade, oferece proteção contra eventos cardiovasculares, complicações microvasculares (como acidente vascular

			cerebral, infarto, retinopatia e nefropatia) e reduz a mortalidade por todas as causas em pacientes com diabetes tipo 2.
Yang D, Yang Y, Li Y, Han R, 2019.	O artigo revisa a fisiologia do exercício e a influência no paciente com DM2.	45 pacientes, em um programa de exercício físico combinado, resistido e aeróbico.	O exercício físico aumenta a função metabólica em pacientes com DM2, melhorando a sensibilidade à insulina.
Seyedeh Hoda Seyedizadeh, 2020.	O estudom é um ensaio controlado randomizado sobre os efeitos do treinamento de exercícios combinados na cinesina sérica e na função física em pacientes com diabetes tipo 2 com neuropatia periférica diabética, sobre uma melhora na qualidade de vida.	12 pacientes em grupos de treinamentos físicos de exercícios resistidos com 2-3 séries, 6-7 estações de exercícios, 8-12 repetições (repetições) e 3-5 minutos de descanso entre os exercícios, e os exercícios aeróbicos continham 50-65% da frequência cardíaca reserva (FCR) por 3 minutos com 30 segundos de intervalo de descanso entre as séries e 5-10	Houve um aumento significativo na força da parte inferior do corpo, podemos inferir que o treinamento combinado de resistência e aeróbica teve um impacto significativo nos fatores relacionados ao fortalecimento dessa

Fonte: Autores.

É consenso que a diabetes causa uma mudança não só na rotina, como também em toda a vida de um indivíduo, segundo a *American College of Sports Medicine* (ACMS, 2022). Essas mudanças implicam na vida do paciente, trazendo desconforto em situações como eventos de socialização. O que impacta diretamente no quesito participação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). Além disso, devido a um déficit no sistema de saúde devido aos custos com as bombas de suplementação de insulina e outras terapias avançadas, há um desconforto maior quando o método de aplicação da insulina é por meio de estojo de injeção, quando se tem opções menos dolorosas e mais eficazes como a bomba de insulina, e o exercício físico como alternativa de baixo custo, em alguns casos.

A obesidade é um fator significativo que prediz o risco de desenvolver Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2). A prática de exercícios aumenta o gasto energético e contribui para a perda de peso, diminuindo assim o risco de obesidade e DM2. Após 8 a 12 semanas de atividades físicas de resistência e aeróbicas, houve melhorias no Índice de Massa Corporal (IMC), na espessura da camada de gordura abdominal, na gordura visceral e na proporção cintura-quadril em indivíduos obesos. É relevante destacar que diabéticos que são obesos ou estão com sobrepeso e mantêm uma rotina de exercícios podem não somente ganhar massa magra e reduzir acúmulos de gordura, mas também controlar de forma mais eficaz a progressão do DM2. A perda de peso através do exercício também alivia a pressão sobre coração e pulmões, trazendo benefícios evidentes para a função cardiopulmonar. Observou-se uma conexão robusta entre atividade física e a imunidade; exercitar-se pode fortalecer o sistema

imunológico, reduzindo a vulnerabilidade e a severidade das doenças. Além disso, o exercício tem um efeito positivo no bem-estar psicológico dos pacientes, diminuindo a ansiedade e o estresse. Quando os pacientes colaboram de perto com seus médicos, estão mais inclinados a modificar hábitos de vida não saudáveis e a gerenciar melhor seus níveis de glicose no sangue (YANG et. al, 2019).

YANG et. al (2019) cita outros fatores como Índice de Massa Corporal (IMC), condições sistêmicas, metabolismo lipídico, alívio de inflamações sistêmicas, obesidade e outros fatores. Um entendimento aprofundado de como o metabolismo de gorduras é estimulado pelo exercício oferece bases para usar a atividade física como tratamento no Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2). É amplamente reconhecido que o DM2 frequentemente se manifesta com distúrbios no metabolismo lipídico, incluindo altos níveis de triglicerídeos (TG) e colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade), e baixos níveis de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidade), os quais estão diretamente associados ao aumento do risco de doenças cardíacas. O uso do exercício físico como terapia visa a melhoria desse perfil lipídico. Estudos recentes sugerem que atividades físicas aeróbicas ou de resistência podem estimular a liberação de catecolaminas e aumentar a atividade da lipase sensível a hormônios, o que acelera a quebra de gorduras. Essas gorduras são então transformadas em ácidos graxos livres, transportados até as células-alvo, onde são oxidados e usados nas mitocôndrias. Adicionalmente, diminuir o acúmulo de gorduras nas células pode ajudar a reduzir a resistência à insulina (YANG et. al, 2019).

No estudo de OLVER et al. (2016), destaca-se o impacto da diabetes tipo 2 na circulação sanguínea dos músculos esqueléticos e na modificação do comportamento das células lisas, resultando em uma vasodilatação comprometida. Essa dificuldade na vasodilatação está relacionada à disfunção dos pequenos vasos sanguíneos que transportam insulina, dificultando a absorção da glicose presente na corrente sanguínea. Essas deficiências contribuem para o aumento dos níveis de glicose e insulina no sangue (OLVER et. al, 2016).

Os estudos selecionados trazem perspectivas em relação ao exercício físico e qual tipo, tempo e frequência é a mais adequada para o público alvo (pacientes diabéticos tipo 2, entre 18 e 76 anos). Durante o exercício físico, a glicose é liberada pelo fígado para servir como energia preferencial. Diante disso, essa liberação é realizada por meio de *feedback,* quando a glicose no sangue aumenta, o fígado reduz a liberação hepática da glicose durante o exercício (MCARDLE, 2018). O exercício físico de alta intensidade diminui a liberação de glucagon e da insulina, sendo assim, os exercícios moderados são uma alternativa melhor (MCARDLE, 2018). O glicogênio hepático é uma espécie de reserva de energia, sendo assim quando se realiza uma hora de exercício intenso, essa reserva pode ser reduzida em até 55%; em duas, se esgota completamente.

4 RESULTADOS

O estudo de MORO et al. (2012) teve como critérios de inclusão pacientes com diagnóstico médico de diabetes tipo 2 com idade entre 40 e 75 anos, que não praticassem atividade física. Os níveis de pressão arterial também influenciaram nos critérios de exclusão, visto que necessitaria de exercícios resistidos no protocolo pré-estabelecido. Os sinais vitais foram aferidos antes e após os exercícios, assim como realizado o teste de 1 repetição máxima (1RM), que consiste em um teste onde o paciente realiza o exercício com uma carga máxima calculada para ver qual carga ele utilizará durante os protocolos de atendimento.

Nas etapas seguintes, os pacientes foram submetidos a alongamentos voltados para os grandes grupos musculares, de 15 segundos sustentados, e levou entre 3 a 5 minutos. O treinamento aeróbico logo em seguida foi proposto na esteira com velocidade a um valor de METs (Equivalente Metabólico da Tarefa) de 3 durante um tempo de 5 minutos, progredindo para 4METs até atingir 20 minutos. (MORO, et al. 2012).

Além disso, o exercício aeróbico, quando realizado em curto prazo, melhora a sensibilidade à insulina em pacientes adultos com DM2. Quando o treinamento aeróbico ocorre de forma vigorosa, por 7 dias é capaz de diminuir a glicose plasmática, porém sem alterar o peso corporal, isso devido ao aumento da eliminação de glicose estimulada pela insulina e pela supressão da produção hepática de glicose. O artigo concluiu que o treinamento combinado foi mais eficaz em relação à hemoglobina glicosilada e o treinamento aeróbio, na glicose plasmática (MORO *et al.*, 2012).

Nas últimas 12 sessões do estudo, houve um aumento na intensidade com aproximadamente 80% de 1RM, sendo adicionado mais um exercício para cada grupo muscular menor. Além disso, um exercício para coxas e músculos abdominais, totalizando 20. Os exercícios anteriores foram mantidos, e foram adicionados agachamento hack, panturrilha em pé, crunch de braço reto e crunch oblíquo. Realizando 10 exercícios em cada dia de treinamento. Os pacientes foram submetidos a três séries para cada exercício com 10 repetições para membros superiores e 12 repetições para membros inferiores exceto panturrilhas, abdominais, adutores e abdutores, que permaneceram com 20 repetições. Por fim, a glicose basal comparada com a glicose após 20 semanas de treinamento no estudo de MORO et. al, 2012, teve uma redução de 160mg/dL para 120mg/dL no exercício combinado (de 8,61 ± 1,17 para 7,25 ± 1,24) e de 180mg/dL para 130mg/dL no treinamento aeróbico (de 9,52 ± 2,46 para 8,37 ± 1,50), tendo um $p \leq 5$.

O estudo de GONELA *et. al* (2020), comparou a capacidade funcional e a pressão arterial antes e depois do treinamento resistido, 23 participaram de uma avaliação de testes de força máxima para MMII e MMSS. O programa de exercícios foi de 16 semanas, sendo 12 de treinamento e 4 de avaliações, sendo elas por meio dos testes de sentar e levantar, teste de repetição máxima (1RM). No quesito capacidade vital, que responde pelo volume máximo de ar movimentado nos pulmões, assim

como no trabalho de MORO *et al.*(2012), os dois estudos registraram uma regulação da pressão arterial após o exercício aeróbico.

Ademais, houve uma melhora em relação ao equilíbrio, avaliado pelo teste de *Tandem Stance*, onde o avaliado permanece com um pé à frente do outro em posição estática, para avaliar instabilidade corpórea, indicando um menor risco de queda, o que impacta na qualidade de vida dos pacientes com DM2. O treinamento resistido quando supervisionado, tende a ter aumento da força muscular, o que melhora na marcha e deslocamento de pacientes idosos. Com isso, a regulação da pressão arterial, deve-se à uma redução da resistência periférica. No que diz respeito ao exercício aeróbico, em idosos, o treino combinado se mostrou mais eficiente, quando comparado apenas com o aeróbico (GONELLA et al, 2020).

Foi verificado que a maioria dos testes funcionais apresentou melhoras notáveis. No teste de força máxima, foi registrado um incremento substancial na força tanto dos membros superiores quanto inferiores. Tais achados evidenciam a elevação da capacidade funcional em idosos diagnosticados com diabetes tipo 2, destacando o treinamento de resistência voltado à hipertrofia como um recurso eficaz para aprimorar ou preservar as funções necessárias para as atividades cotidianas. Adicionalmente, o impacto na diminuição da pressão arterial sistólica e diastólica mostrou-se equivalente aos efeitos observados em períodos de repouso e durante a prática de exercícios aeróbicos ativos (GONELLA et al, 2020).

Um aumento da força nos membros inferiores do corpo foi significativo, em relação ao grupo controle, segundo HODA et. al (2020), o treinamento combinado (resistência e aeróbica) teve um efeito no fortalecimento dos grandes grupos musculares, o que pode aumentar a circulação periférica, assim, diminuindo o risco de doenças secundárias como pé diabético, nefropatía diabética, retinopatía diabética e neuropatía diabética. O regime de treino foi organizado para acontecer três vezes por semana ao longo de oito semanas. Cada sessão de treino começava com um aquecimento de 15 minutos, seguido por uma série de 15 minutos. O aquecimento incluía uma caminhada de 5 minutos e exercícios de fortalecimento do programa de treino, executados sem peso por 10 minutos. Para o desaquecimento, era feita uma caminhada de 5 minutos e, depois, de 5 a 10 minutos de alongamento (HODA et. al, 2020).

O programa de treinamento de força abarcou exercícios como o supino, *pulldowns* com uma pegada larga, flexão de bíceps com barra, tríceps no banco, extensões e flexões de pernas, abdominais e flexões utilizando aparelhos de musculação. Inicialmente, os participantes focaram em exercícios para grandes grupos musculares, como as extensões de perna, progredindo posteriormente para exercícios que engajaram grupos musculares menores, como a flexão de bíceps com barra. A carga dos exercícios foi ajustada para permitir que os participantes completassem de 8 a 12 repetições por movimento; se um participante conseguisse realizar 12 repetições de um exercício específico por duas

sessões consecutivas, o peso era aumentado na próxima sessão. A prática foi dividida em dois tempos, durante as primeiras quatro semanas, aumentando para três, a partir da quinta semana até o término do programa. O número de séries variou de 6 até a sétima semana, sendo elevado para 7 na oitava semana. O número de repetições manteve-se constante em 8 a 12 durante o programa, com intervalos de descanso de um minuto, para o aeróbico e dois minutos para o resistido, entre as sessões (HODA et. al, 2020).

Para o treinamento aeróbico intervalado, os participantes realizaram corridas intervaladas alternando 3 minutos de atividade com 30 segundos de descanso. A intensidade começou em 50% da frequência cardíaca de reserva na primeira semana, aumentando gradualmente para 65% até a oitava semana. O número de intervalos começou em cinco na primeira semana e foi incrementado até dez na última semana (HODA et al, 2020).

Considerando o tempo curto de observação, houve melhora na capacidade aeróbica e na força do tronco, que podem ser vistas de maneira positiva e merecem avaliação. Embora estas mudanças não sejam estatisticamente significativas, sugere-se que uma duração mais extensa desses treinamentos poderia potencialmente levar a resultados benéficos. Em relação ao aumento significativo na força da parte inferior do corpo, é possível afirmar que o treinamento combinado teve um impacto importante no reforço dessa área específica. Por isso, destaca-se a necessidade de mais estudos na área para explorar esses efeitos com maior profundidade (HODA et al, 2020).

Em termos simples, o exercício melhora a vasodilatação dos pequenos vasos sanguíneos, facilitando a captação de glicose e a distribuição de insulina. O programa descrito no estudo HODA et. al, 2020, propõe uma combinação de exercícios de resistência e aeróbicos, com foco na modificação da microvasculatura. Similarmente ao estudo de Moro et al. (2012), os exercícios abrangem grandes grupos musculares, incluindo atividades para membros inferiores e superiores, gradualmente aumentando o recrutamento muscular. O objetivo é maximizar o recrutamento das fibras musculares em nível microscópico, induzindo adaptações nas fibras musculares ativas e nos vasos sanguíneos que irrigam os músculos (OLVER et. al, 2016).

Exercícios físicos de moderada a alta intensidade, diferentemente dos de baixa intensidade, oferecem proteção contra eventos cardiovasculares, complicações microvasculares (tais como AVC, infarto, retinopatia e nefropatia) e reduzem a mortalidade por todas as causas em indivíduos com diabetes tipo 2 (DM2). De fato, aqueles que praticam exercícios de intensidade moderada a alta apresentam perfis de risco mais favoráveis em comparação aos sedentários, incluindo pressão arterial diastólica reduzida, menor índice de massa corporal (IMC), triglicerídeos reduzidos e função renal aprimorada, além de um período mais curto de diagnóstico de DM2. Os mecanismos que explicam os benefícios do exercício na função microvascular do músculo esquelético e outros tecidos ainda não são completamente entendidos, mas acredita-se que estejam ligados tanto aos efeitos diretos do

exercício na função microvascular quanto aos efeitos indiretos associados à melhora do controle glicêmico sobre a função microvascular em áreas vasculares menos afetadas durante o exercício. Contudo, é essencial reconhecer que os benefícios do exercício na vasodilatação induzida pela insulina em pacientes com DM2 são observados especificamente nos músculos esqueléticos exercitados em comparação com os não exercitados, independentemente de reduções no peso corporal ou níveis de glicose sanguínea.

Dessa forma, a prática de exercícios e a melhora do controle glicêmico, mesmo sem exercícios, contribuem para o tratamento da disfunção microvascular em pacientes com DM2, porém com eficácias distintas, através de mecanismos diferentes e de maneira variada nos leitos microvasculares que suprem tecidos com aumento de atividade fisiológica induzida pelo exercício (OLVER et. al , 2016).

Assim, exercícios que envolvem uma extensa parte da massa muscular esquelética e ativam o maior número de fibras musculares possíveis (ou seja, um aumento significativo no número de fibras utilizadas de repouso para exercício), durante um tempo adequado, resultarão em adaptações em uma ampla área do tecido microvascular no músculo esquelético. Além disso, se a sensibilidade à insulina for melhorada em uma grande quantidade de tecido microvascular e muscular, o exercício proporcionará benefícios gerais, como a diminuição dos níveis de glicemia e insulina no sangue. Tais melhorias no controle glicêmico têm o potencial de beneficiar vasos sanguíneos por todo o corpo, inclusive em áreas que não participam diretamente do exercício.

Para entender se programas de exercícios de alta intensidade ou a combinação de diferentes tipos de treino (por exemplo, aeróbico e de resistência) são mais eficazes que os de intensidade leve ou moderada na melhoria da função microvascular, e para investigar os mecanismos por trás disso, é crucial que os estudos controlem o gasto energético associado a cada tipo de treinamento. Contudo, no contexto de prescrição de exercícios, esse aspecto é menos relevante, já que as recomendações visam otimizar benefícios de saúde específicos que podem não estar diretamente ligados ao gasto energético em si (OLVER et. al, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos analisados neste artigo apresentaram resultados significativos sobre a regulação do distúrbio do metabolismo glico lipídico em pacientes com Diabetes Mellitus 2 por meio do exercício, seja exercício aeróbio ou o exercício resistido. A combinação dos 2 exercícios, é vantajoso para controlar a progressão do diabetes, uma vez que altera a fisiologia e curso da doença, aumentando a captação da glicose e distribuição da insulina. Os estudos demonstraram que o metabolismo da glicose, da gordura, a pressão arterial e o índice de massa corporal (IMC) melhoraram de forma significativa após exercícios regulares e resistidos em pacientes com DM2. Sendo assim, houve também uma

melhora nas complicações crônicas relacionadas ao diabetes, como nefropatia diabética, neuropatia periférica, doença vascular periférica e pé diabético, foi relatado em pacientes que participaram dos grupos de exercício. Por conseguinte, o exercício físico resistido se sobressaiu, pois aborda aspectos mais benéficos e comprovados. Ainda assim, há necessidade de mais estudos conclusivos e de alta qualidade sobre o assunto, onde o tempo do estudo seja mais longo, podendo observar mais fatores.

REFERÊNCIAS

William D. (MCARDLE) Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano, (2018.)

(World Health Organization (WHO). Assessing national capacity for the prevention and control of noncommunicable diseases: report of the 2019 global survey. Geneva: World Health Organization; 2020). Disponível em: https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240002319 Acessado em 2023.

MORO, A. R. P. et al.. Efeito do treinamento combinado e aeróbio no controle glicêmico no diabetes tipo 2. Fisioterapia em Movimento, v. 25, n. 2, p. 399–409, abr. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-51502012000200018 Acessado em 2023.

GONELA, J. T.; CASTRO, V. DE .; ZANETTI, M. L.. RESISTANCE TRAINING IMPROVES THE BLOOD PRESSURE AND FUNCTIONAL PERFORMANCE OF INDIVIDUALS WITH T2DM. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 26, n. 1, p. 53–57, jan. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1517-869220202601176504 Acessado em 2023.

OLVER, T. D., & LAUGHLIN, M. H. (2016). Endurance, interval sprint, and resistance exercise training: impact on microvascular dysfunction in type 2 diabetes. American journal of physiology. Heart and circulatory physiology, 310(3), H337–H350. Disponível em: https://doi.org/10.1152/ajpheart.00440.2015 Acessado em 2023.

YANG, D., YANG, Y., LI, Y., & HAN, R. (2019). Physical Exercise as Therapy for Type 2 Diabetes Mellitus: From Mechanism to Orientation. Annals of nutrition & metabolism, 74(4), 313–321. Disponível em: https://doi.org/10.1159/000500110 Acessado em 2023.

SEYEDIZADEH, S. H., CHERAG-BIRJANDI, S., & HAMEDI NIA, M. R. (2020). The Effects of Combined Exercise Training (Resistance-Aerobic) on Serum Kinesin and Physical Function in Type 2 Diabetes Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy (Randomized Controlled Trials). Journal of diabetes research, 2020, 6978128. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2020/6978128

Tang JL, Li XY, Yuan L, Han J, Ju CP, et al. Correlação do exercício regular com controle metabólico e redução de complicações crônicas em pacientes diabéticos tipo 2.*Queixo J Diabetes Mellitus*. 2015:136–41. disponível em: https://doi.org/10.1590/S0004-27302002000500009 Acessado em 2023.

DOS SANTOS, J. M., Moreli, M. L., Tewari, S., & Benite-Ribeiro, S. A. (2015). The effect of exercise on skeletal muscle glucose uptake in type 2 diabetes: An epigenetic perspective. Metabolism: clinical and experimental, 64(12), 1619–1628. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.09.013 Acessado em 2023.

STANFORD, K. I., & Goodyear, L. J. (2014). Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. Advances in physiology education, 38(4), 308–314. Disponível em: https://doi.org/10.1152/advan.00080.2014 Acessado em 2023.

TEIXEIRA-LEMOS E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. A prática regular de exercícios físicos auxilia na prevenção do desenvolvimento do diabetes tipo 2: foco em suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias.*Cardiovasc Diabetol*. Janeiro de 2011;10(1):12. Disponível em: https://doi.org/10.1186%2F1475-2840-10-12 Acessado em 2023.
American Diabetes Association. (2022). Standards of Medical Care in Diabetes. Diabetes Care, 45(Supplement 1), S1–S212.

DEFRONZO, R. A., Ferrannini, E., Groop, L., Henry, R. R., Herman, W. H., Holst, J. J., ... & Raz, I. (2015). Type 2 diabetes mellitus. Nature Reviews Disease Primers, 1(1), 15019.

Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., ... & American College of Sports Medicine. (2016). Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and Sport Sciences Reviews, 44(2), 69-73.

SIGAL, R. J., Armstrong, M. J., Colberg, S. R., Kenny, G. P., Narayan, K. M., & Yardley, J. E. (2017). Physical activity and diabetes. Canadian Journal of Diabetes, 41(2), S40-S44.