

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

**EXERCÍCIO RESISTIDO NO EQUILÍBRIO E CONTROLE GLICÊMICO DE
INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Vanessa Sobrosa Flores

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

Porto Alegre, 2022

Vanessa Sobrosa Flores

**EXERCÍCIO RESISTIDO NO EQUILÍBRIO E CONTROLE GLICÊMICO DE
INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na
Publicação

Flores, Vanessa Sobrosa
EXERCÍCIO RESISTIDO NO EQUILÍBRIO E CONTROLE
GLICÊMICO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE / Vanessa
Sobrosa Flores. -- 2022.
41 f.
Orientador: Jefferson Fagundes Loss.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. DIABETES MELLITUS. 2. EXERCÍCIO RESISTIDO. 3.
EQUILÍBRIO. 4. CONTROLE GLICÊMICO. I. Fagundes Loss,
Jefferson, orient. II. Título.

Vanessa Sobrosa Flores

**EXERCÍCIO RESISTIDO NO EQUILÍBRIO E CONTROLE GLICÊMICO DE
INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Conceito final: Aprovada

Aprovado em 28 de dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Graciele Sbruzzi – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

DEDICATÓRIA

À minha querida família, que tanto admiro e amo, dedico o resultado desta jornada que pelos meios mais improváveis me coloquei.

À minha mãe, guerreira que sempre me incentivou durante toda a minha vida, me lembrando que eu conseguiria tudo que eu almejasse, me dando suporte e colo sempre que precisei. Saibas que és minha inspiração de vida por ser tão forte, sem reclamar levanta a cabeça e segue adiante, te amo ao infinito e além, como falamos uma para a outra. Ao meu pai que mesmo de longe sempre se preocupou com meu bem estar e saúde, procurando ajudar no que podia.

À minha noiva, que nos mais difíceis dias nunca me deixou desistir, embora a vontade tenha pairado pela cabeça. Pessoa que esteve ao meu lado desde a inscrição para seleção até o dia de hoje em que finalizo este trabalho. Cada minuto, cada noite em que não consegui dormir pensando nos trabalhos, aulas e compromissos para com o programa. Estarei sempre aqui quando precisar de mim.

À minha avó Irma, sempre acendendo aquela “velinha” e pedindo a Deus que me desse força para seguir, apesar dos obstáculos que viriam pela frente, só Deus sabe o quanto te amo. Sabe aquela pessoa que não sabe mais o que fazer para agradar? É ela!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu orientador Dr. Jefferson Fagundes Loss por ter paciência comigo, sei que não foi fácil. Obrigada por compartilhar conhecimento e experiências.

Ao meu colega Dr. Cloud Kennedy, que sempre com a maior presteza esteve pronto a me ajudar, exemplo de humildade que tive durante toda o período de pós-graduação, que sempre que eu pedia desculpa por pedir algo ele dizia: - “você nunca incomoda, estamos juntos!” Agradeço imensamente por tudo, e que algum dia eu possa retribuir toda a atenção e carinho que me foi transmitido.

Aos demais colegas que sempre tiveram paciência comigo desde o início e se prontificaram a me ajudar no que eu precisasse, me lembrando que somos todos um time, obrigada por isso!

Agradeço ao PPGCMH, principalmente à Marcia e Cristiane, que sempre me atenderam com agilidade e boa vontade, vocês foram muito importantes nesta reta final. Ainda, agradeço aos funcionários do LAPEX, sempre muito prestativos e educados e também a funcionária do RU, que sempre esteve de bom humor, transpassando alegria e por muitas vezes com apenas um sorriso, mudando meu dia.

Aos meus queridos pacientes e alunos de pilates, agradeço por todas as vezes em que precisei remanejar algum atendimento ou aula por algum compromisso na faculdade ou para realizar alguma tarefa necessária. Também agradeço a compreensão de quando eu estava mais cabisbaixa, sempre um de vocês estava me incentivando e mandando boas energias.

RESUMO

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é caracterizado pela hiperglicemia devido a deficiente secreção de insulina pelas células beta. O exercício físico vem a cada dia mais sendo estudado por ser uma ferramenta que auxilia no controle da glicose sanguínea, melhora da hemoglobina glicada (HbA1c) e sensibilidade à insulina, estimulando a entrada de glicose nas células. **Objetivo:** avaliar o nível de evidência sobre os efeitos e/ou eficácia de exercícios resistidos no equilíbrio e parâmetros metabólicos de indivíduos com DM2, com e sem neuropatia. **Métodos:** A busca pelos estudos foi feita através dos bancos de dados BVS, Embase, PubMed e Scopus com a utilização de termos MeSH, palavras sinônimos e palavras-chave, sem restrições de idioma. Foram selecionados ensaios clínicos randomizados que incluíam indivíduos com DM2 de ambos os sexos, que apresentaram o exercício resistido como intervenção e como desfechos equilíbrio, HbA1c e glicose de jejum. A extração dos dados foi feita através de uma planilha no Excel, avaliação do risco de viés e qualidade metodológica desses estudos foram feitas seguindo a ferramenta da Colaboração Cochrane e GRADE a análise dos dados foi feita através do software Review Manager 5.4.1 sendo gerado um forest plot para cada comparação entre grupos e desfechos. **Resultados:** 20 ensaios clínicos randomizados com 1396 indivíduos foram incluídos nesta revisão, mostrando que o grupo resistido (GR) comparado ao grupo controle (GC) tiveram resultados positivos para o equilíbrio de -1,05 [-1,56, -0,54], para a HbA1c de -0,58[-0,83, -0,33] e glicose de jejum de -8,61 [-15,9, -1,29]. **Conclusão:** Com base nas evidências encontradas, podemos afirmar que um programa de 12 semanas de exercício resistido foi capaz de melhorar o equilíbrio, HbA1c e glicose de jejum de indivíduos com DM2.

Palavras-chaves: “Diabetes Mellitus”; “Type 2 Diabetes”; “Resistance Training”; “Balance” e “HbA1c”

ABSTRACT

Type 2 Diabetes Mellitus (DM2) is characterized by hyperglycemia due to deficient secretion of insulin by the beta cells. Physical exercise has been increasingly studied as a tool to help control blood glucose, improve glycated hemoglobin (HbA1c) and insulin sensitivity, stimulating the entry of glucose into the cells. **Aim:** to evaluate the level of evidence on the effects and/or efficacy of resistance exercises on balance and metabolic parameters of individuals with DM2, with and without neuropathy. **Methods:** Studies were searched using the BVS, Embase, PubMed and Scopus databases using MeSH terms, synonyms and keywords, with no language restrictions. Randomized clinical trials were selected which included individuals with DM2 of both sexes, which presented resistance exercise as intervention and as outcomes balance, HbA1c, and fasting glucose. Data extraction was done using an Excel spreadsheet, risk of bias and methodological quality assessment of these studies were done following the Cochrane Collaboration tool and GRADE, data analysis was done using the software Review Manager 5.4.1, and a forest plot was generated for each comparison between groups and outcomes. **Results:** 20 randomized clinical trials with 1396 subjects were included in this review, showing that the resistance group (RG) compared to the control group (CG) had positive balance results of -1.05 [-1.56, -0.54] , for HbA1c of -0.58[-0.83, -0.33] and fasting glucose of -8.61 [-15.9, -1.29]. **Conclusion:** Based on the evidence found, we can state that a 12-week resistance exercise program was able to improve balance, HbA1c and fasting glucose in individuals with DM2.

Keywords: "Diabetes Mellitus"; "Type 2 Diabetes"; "Resistance Training"; "Balance" and "HbA1c"

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudos	16
Figura 2 – Resumo do risco de viés.....	24
Figura 3- Forest plot: equilíbrio (resistido vs. controle)	28
Figura 4- Forest plot: HbA1c (resistido vs. controle)	29
Figura 5- Forest plot: HbA1c (resistido vs. aeróbico)	29
Figura 6- Forest plot: HbA1c (resistido vs. combinado)	29
Figura 7- Forest plot: glicose de jejum (resistido vs. controle).....	30
Figura 8- Forest plot: glicose de jejum (resistido vs. aeróbico)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos estudos	18
Tabela2 – Características das intervenções	20
Tabela 3-Sumário dos resultados.....	25
Tabela 4- Sumário dos resultados.....	26

Sumário

INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVO	13
METODOLOGIA.....	13
Critérios de elegibilidade.....	13
Tipos de participantes	13
Tipos de intervenção	13
Comparador.....	13
Desfechos	13
Tipos de estudos.....	14
Fontes e estratégias de busca	14
Seleção dos estudos	14
Extração dos dados	14
Risco de viés	15
Qualidade da evidência	15
RESULTADOS	16
Seleção dos estudos	16
Características dos indivíduos	17
Características das intervenções	17
Avaliação do Risco de viés	23
Análise da qualidade da evidência	23

Análise dos dados	27
Efeitos da intervenção	27
Efeitos no Equilíbrio	24
Efeitos na HbA1c	24
Efeitos na Glicose de jejum	28
DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÃO.....	33

1 INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é uma doença conhecida como um somatório de alterações metabólicas, caracterizada pela hiperglicemia que resulta de uma deficiente secreção de insulina pelas células beta, resistência periférica à ação da insulina, ou ambas [15,20]. Em 2017, a Federação Internacional de Diabetes (International Diabetes Federation, IDF) estimou que 424,9 milhões de pessoas viviam com diabetes, se as tendências atuais persistirem, o número de pessoas com diabetes pode ser superior a 628,6 milhões em 2045 [4].

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é responsável por 90 a 95% dos casos, não estando associado a fatores autoimunes e em geral acomete pessoas a partir de 30 anos de idade com histórico familiar da doença. Esse tipo de DM acontece devido a uma resistência à insulina ou pela produção ineficaz para o controle da glicose no sangue [12].

A hiperglicemia de longo prazo pode levar a uma deterioração progressiva das fibras nervosas sensoriais no sistema somatossensorial podendo resultar em prejuízo na propriocepção e equilíbrio, fazendo com que esses indivíduos tenham mais dificuldade nas atividades de vida diárias (AVD's) [10, 39].

Indivíduos com DM2 são mais propensos a condições que afetam diretamente o equilíbrio postural [31,21], sendo que cerca de 80% apresentam complicações sensório-motoras que modificam o equilíbrio estático e dinâmico [21], como a neuropatia periférica diabética.

A prática do exercício físico tem apresentado resultados positivos para pessoas com DM2, favorecendo o aumento da quantidade de GLUT4 intracelular e a captação de glicose na ausência da insulina [3, 40]. Tradicionalmente o exercício combinado (aeróbico + resistido) era considerado como um programa de treino ideal para o manejo do DM2 [6, 17, 28], porém na última década o número de estudos investigando o exercício resistido de forma independente na glicemia aumentou.

O treinamento resistido inclui exercícios com pesos livres, aparelhos de musculação, peso corporal ou faixas elásticas. Ensaios clínicos randomizados tem demonstrado que exercícios resistidos com pesos livres ou máquinas de musculação podem trazer melhora na força muscular e na marcha [27, 37], bem como reduzir níveis

de HbA1c, resistência à insulina e melhora na densidade mineral óssea em idosos, podendo prevenir sarcopenia e osteoporose [14].

Para indivíduos com neuropatia os profissionais da saúde devem ter cuidado ao prescrever exercícios, sendo recomendado que seja feita uma avaliação detalhada nesses indivíduos, partindo do pressuposto que a neuropatia pode causar infecções, lesões plantares e déficit de equilíbrio ao longo do tempo, além de aplicar o exercício com mais segurança [23].

Ainda há divergências na literatura sobre os efeitos do treino resistido de forma independente no equilíbrio de indivíduos com DM2, Agostini [1] propôs um programa para pessoas com diabetes e hipertensão de treino resistido que compunha em 3 séries de 12 repetições de 9 exercícios em máquinas de musculação, intercalado com exercício aeróbico a cada 3 exercícios era aplicado 10 minutos de esteira. O estudo mostra em seus resultados que o treino foi eficaz para a melhora da força muscular e equilíbrio nos dois grupos, diabéticos e hipertensos, porém observou-se que o grupo com diabetes teve um pior desempenho na marcha do que no grupo de hipertensos.

Cheung et al [9] propôs um treino resistido utilizando faixa elástica para indivíduos sedentários com diabetes tipo 2 sem neuropatia, mas não apresentou melhora significativa na glicemia, medidas antropométricas ou na capacidade funcional. Assim como, Dunstan [12] que utilizou halteres como resistência e não apresentou melhoras na glicemia e pouca melhora na força muscular. Entretanto, nos dois estudos uma parte do programa se deu em domicílio, onde os sujeitos eram apenas instruídos, sem nenhum monitoramento de um profissional qualificado, o que pode ter influenciado nos resultados dessas pesquisas devido ao fator motivacional.

Diferentemente de Cheung [9] e Dunstan [12], Agostini [1] utilizou também o exercício aeróbico em seu programa, o que pode ter alterado o resultado, não deixando claro a eficiência do treino resistido de forma independente. Desta forma nos perguntamos: um treinamento com ênfase em treino resistido pode ajudar a melhorar o equilíbrio e diminuir os níveis glicêmicos desses indivíduos?

Os resultados desse estudo poderão esclarecer melhor os efeitos de um treino resistido separadamente do treino aeróbico no equilíbrio e parâmetros metabólicos de indivíduos com DM2, tornando a tomada de decisão da prescrição de exercício mais efetiva e segura.

2 OBJETIVO

Avaliar o nível de evidência sobre os efeitos e/ou eficácia do treino resistido no equilíbrio e controle glicêmico (hemoglobina glicada (HbA1c) e glicose de jejum)

3 METODOLOGIA

Esta revisão sistemática com meta análise seguiu as recomendações propostas pela Colaboração Cochrane e a Declaração PRISMA.

Esse estudo foi registrado no International Registro Prospectivo de Revisão Sistemática (PROSPERO) como o seguinte número de registro: CRD42021274893.

3.1 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

3.1.1 Tipos de participantes

Homens e mulheres com diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2.

3.1.2 Tipo de intervenção

Ensaio clínico randomizado que aborda intervenção com exercícios resistidos.

3.1.3 Comparador

Sem exercício ou outros tipos de exercício.

3.1.4 Desfechos

O desfecho primário desta revisão será o equilíbrio (estático e dinâmico)

Os desfechos secundários desta revisão será o controle glicêmico (HbA1c e glicose de jejum).

3.1.5 Tipos de estudos

A inclusão dos artigos seguiu os seguintes critérios: (1) estudos que apresentavam indivíduos com DM2 como participantes; (2) ensaios clínicos randomizados (ECR's) sem restrição de idioma; (3) que abordavam exercício resistido; (4) apresentavam a duração de intervenção de 12 semanas ou mais.

3.2 FONTES E ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Uma busca pareada e independente foi feita através dos bancos de dados PubMed, BVS, EMBASE e SCOPUS, com a utilização de termos MeSH, palavras sinônimos e palavras-chave. A pesquisa incluiu os seguintes termos: “Diabetes Mellitus”, “Type 2 Diabetes”, “Resistance Training”, “Balance” e “HbA1c”. Esta revisão incluiu ensaios clínicos randomizados sobre exercícios de resistência em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2 apresentando as estratégias de busca apresentadas no Apêndice 1.

3.3 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A seleção dos estudos foi realizada através do *software* EndNote X7, por dois avaliadores de forma cega e independente, consistindo na leitura dos títulos e resumos de todos os estudos identificados pela busca eletrônica. Em seguida, o texto completo dos artigos selecionados pós leitura dos títulos e resumos foi obtido e revisado para os critérios de elegibilidade.

3.4 EXTRAÇÃO DOS DADOS

A extração dos dados foi feita por dois revisores de forma independente, utilizando uma planilha no *software* Excel compreendendo os seguintes dados: título; autor e ano de publicação; amostra (número total de sujeitos) intervenção (tipo de exercício, frequência, intensidade, duração da sessão e do programa de intervenção); desfechos e conclusão.

3.5 AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS

Para a avaliação do risco de viés dos estudos apresentados por essa revisão foi utilizada a ferramenta Cochrane Risk of Bias Table (RoB 1.0) composta por sete domínios: [1] geração da sequência aleatória; [2] ocultação da alocação; [3] cegamento de participantes e profissionais; [4] cegamento de avaliadores de desfecho; [5] desfechos incompletos; [6] relato de desfecho seletivo e [7] outras fontes de vieses. Os resultados desses domínios foram classificados como "baixo" risco de viés, "alto" risco de viés ou risco de viés "não claro". A avaliação do risco de viés foi realizada de forma independente por dois revisores.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Para a meta-análise dos dados foi adotado um modelo de efeito aleatório com método de variância inversa para dados contínuos, e os dados foram expressos como diferença de médias e desvio padrão. A heterogeneidade entre os estudos foi calculada usando a análise Q de Cochran com um nível de significância estatística 0,10 para heterogeneidade e o I^2 para inconsistências nos tamanhos de efeito do tratamento ($I^2 > 50\%$ aceito para heterogeneidade substancial). Para explorar a heterogeneidade cada estudo foi verificado individualmente para que fosse possível identificar se era uma causa potencial de heterogeneidade.

3.7 ANÁLISE DA QUALIDADE DA EVIDÊNCIA

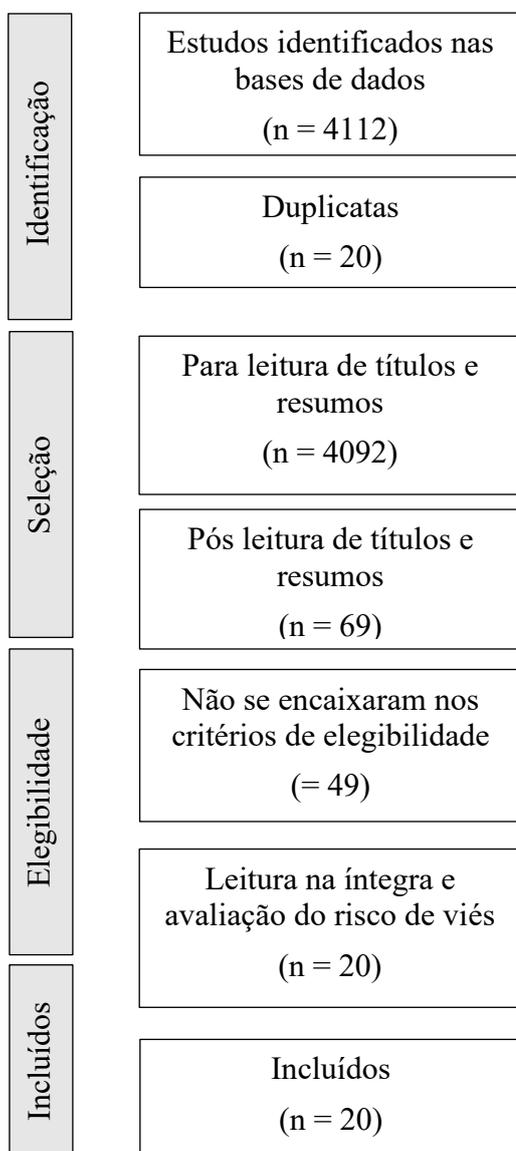
A análise do nível de evidência foi realizada através do Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE). Dessa forma, para cada desfecho de interesse foram observados o delineamento do estudo; as limitações metodológicas (risco de viés); a inconsistência; a evidência indireta; a imprecisão; o viés de publicação; a magnitude de efeito; o gradiente dose-resposta; os fatores de confusão residuais.

4 RESULTADOS

4.1 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Um total de 4112 foram identificados nos bancos de dados (BVS, Embase, Pubmed e Scopus) após a retirada de duplicatas, de forma automática pelo software EndNote X7 restaram 4092 artigos para a leitura de títulos e resumos. Um total de 69 estudos foram selecionados após leitura de títulos e resumos, onde 49 foram excluídos após não se encaixarem nos critérios de elegibilidade. Após a leitura na íntegra e avaliação do risco de viés, 20 estudos restantes foram incluídos para a meta-análise (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos estudos



4.2 CARACTERÍSTICAS DOS INDIVÍDUOS DOS ESTUDOS

Um total de 1396 indivíduos com diabetes tipo 2 foram contabilizados considerando a amostra entre os estudos selecionados, 548 eram do sexo masculino e 747 do sexo feminino. A média de idade, duração da doença, HbA1c, glicose de jejum e IMC dos pacientes incluídos nesta revisão foi de $60,4 \pm 8,2$ anos; $8,1 \pm 4,9$ anos; $7,7 \pm 1,1\%$; $151,9 \pm 36,6$ mg/dl e $31,2 \pm 4,6$ kg/m² respectivamente (Tabela 1).

4.3 CARACTERÍSTICAS DAS INTERVENÇÕES

Os ensaios clínicos randomizados incluídos nessa revisão exploraram os seguintes tipos de treinamento físico: [1] exercício resistido com máquinas de peso; [2] exercícios resistidos com bandas elásticas; [3] exercício aeróbico, [4] exercício combinado (resistido + aeróbico) e [5] exercício supervisionado e não supervisionado. As características extraídas dos estudos em relação a intervenção de exercício se deram pela descrição da intervenção, tempo de duração do programa proposto, frequência, séries, repetições e intensidade (Tabela 2).

Tabela 1 – Características dos Estudos

Estudo	Amostra (Homens/Mulheres)	Idade (Anos)	Duração da doença (Anos)	HbA1c (%)	Glicose de Jejum (mg/dl)	IMC (Kg/m²)
Castaneda et al; 2002	62 (22/40)	66 ± 2	9,5 ± 1	8,6 ± 0,3	167,6 ± 10,8	31,1 ± 1,1
Cauza et al; 2005	22 (11/11)	57,2 ± 1	9 ± 2,6	8 ± 1	182 ± 13	32,6 ± 1
Cheung et al; 2009	37 (12/25)	60,5 ± 7,7	NI	7,3 ± 1,3	NI	38,7 ± 9,1
Shenoy et al; 2009	20 (10/10)	49,6 ± 5,2	5,5 ± 2	7,8 ± 0,4	182 ± 42,9	26,1 ± 3,4
Church, T. S; 2010	262 (97/165)	55,8 ± 8,7	7,1 ± 5,5	7,7 ± 1,0	151 ± 36,4	34,9 ± 5,9
Plotnikoff et al;2010	48 (16/32)	54,5 ± 12	NI	6,9 ± 1,2	126,1 ± 32,4	35,5 ± 6,5
Jorge et al; 2011	48 (18/30)	54,4 ± 9,3	6,4 ± 4	7,6 ± 1,5	162,6 ± 55	30,4 ± 3,7
Larose et al; 2012	128 (80/48)	54,2 ± 7,3	5,8 ± 5	7,2 ± 0,1	NI	33 ± 5,9
Sukala et al,2012	18 (9/9)	49 ± 5	3,3 ± 3,3	9,8 ± 2,1	NI	43,8 ± 9,5
Mavros et al; 2013	84 (não relata)	≥ 60	8 ± 6	7,1 ± 1,1	NI	31,3 ± 5,5

Shabani et al; 2015	20 (não relata)	50,8 ± 5,8	NI	7,5 ± 1,4	159,1 ± 50,5	30,3 ± 4,2
Botton et al; 2018	44 (26/18)	69,6 ± 6,9	11 ± 8	7,2 ± 1,1	NI	28,4 ± 3,4
Hsieh et al;2018	30 (11/19)	71,2 ± 4,3	12,5 ± 7	7,3 ± 0,8	131,5 ± 30,6	25,5 ± 3,0
Chen et al;2019	60 (29/31)	67 ± 3	10,3 ± 8	7,3 ± 1,2	NI	27,4 ± 4,6
Hangping et al; 2019	265 (91/174)	66,2 ± 7,6	8,5 ± 4	6,9 ± 1,3	138,72 ± 48,64	
Nadi et al; 2019	45 (mulheres)	55,5 ± 3,05	11,2 ± 2,46	8,2 ± 0,9	116 ± 6,7	28,7 ± 5,6
Rech et al; 2019	39 (21/18)	69,3 ± 7	9,7 ± 7	7 ± 0,6	NI	28,4 ± 3,15
Melo et al; 2020	11 (mulheres)	66,5 ± 5,9	8,3 ± 6	7,6 ± 0,8	138,8 ± 55,3	29,2 ± 4,3
Gholami et al; 2021	34 (Homens)	63,5 ± 3	NI	9,5 ± 1,8	NI	NI
Ranasinghe et al;2021	86 (40/46)	50,1 ± 8,7	5,9 ± 4,4	8,2 ± 1,7	149,1 ± 54,1	26,4 ± 4

Legenda: IMC, Índice de massa corpórea; NI, não informado

Tabela 2 – Características das Intervenções

Estudo	Intervenção				Duração (semanas)	Frequência (dias)	Séries (exercício/ Repetições)	Intensidade (1 RM)
	Aeróbico	Combinado	Controle	Resistido				
Castaneda et al; 2002	X	X	Sem exercício	35 minutos de exercícios em máquinas de peso	16	3	3series /8rep	60-80%
Cauza et al; 2005	X	X	15' ciclo ergômetro	Exercícios em máquinas de peso	16	3	3 séries (7ex/10-15 rep)	60% do VO2 máx.
Cheung et al; 2009	X	X	Sem exercício	Exercícios com elástico	16	5 (30 minutos)	2 séries (7 ex/ 12rep)	Progressivo aumento da tensão do elástico
Shenoy et al; 2009	30' de caminhada p/ sessão	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	16	3	3 séries (7ex/10 rep)	60-10%
Church, T. S; 2010	150' de esteira p/ semana	Aeróbico + Resistido	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	36	3	2-3 séries (9ex/ 10-12 rep)	75%
Plotnikoff et al;2010	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	12	3	2-3séries (10ex/10-12 rep)	50-85%
Jorge et al; 2011	Bicicleta estacionária	Aeróbico + Resistido	Exercícios de alongamento	Exercícios em máquinas de peso	12	3	2 (1º-2ª semana) -4 séries (7 ex/8-12 rep)	Resistido:50% Aeróbico: FC correspondente ao limiar de lactato
Larose et al; 2012	25'-45' de Bicicleta estacionária ou esteira	Aeróbico + Resistido	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	22	3	3 séries (7ex/8-12 rep)	Resistido: Máximo de peso para 7-9rep Aeróbico: 70-75% da FC

Sukala et al,2012	40-60 minutos bicicleta ergométrica	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	16	3	3 séries (8ex/10 rep)	Resistido: 60-100% Aeróbico: 65-85%
Mavros et al; 2013	X	X	Exercício sem peso	Exercícios em máquinas de peso	48	3	2-3 séries (7ex/8rep)	80%
Shabani et al; 2015	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	12	3	1-3 séries (8ex/8-12 rep)	40-65%
Botton et al; 2018	X	X	Exercício de alongamento/ mobilidade	Exercícios em máquinas de peso	12	3	2-3 séries (10ex/10- 15rep)	12-15 RMs
Hsieh et al;2018	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	12	3	3 séries (8ex/8-12rep)	40-75%
Chen et al;2019	X	X	Movimento sem elástico	Exercícios com elástico	12	3	5séries (10ex/10rep)	10RMs
Hangping et al; 2019	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	24	1	Não relata	Não relata
Nadi et al; 2019	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	26	5	2 séries (9ex/10-20rep)	30%
Rech et al; 2019	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	12	3	3 séries (10ex/10rep)	Resistido: 60-10% Aeróbico: 65-85%
Melo et al; 2020	X	X	Sem exercício	Exercícios de Pilates	12	3	60 minutos	Escala de Borg de 15 pontos
Gholami et al; 2021	X	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	12	3	1-3 séries (10ex/10- 15rep)	50-60%

Ranasinghe al;2021	et	Circuito (bicicleta e step)	X	Sem exercício	Exercícios em máquinas de peso	16	3	2-3 séries (7ex/8-12rep)	Resistido: 60-100% Aeróbico: 50-85%
-----------------------	----	-----------------------------------	---	---------------	-----------------------------------	----	---	--------------------------	--

Legenda: X, não se aplica; RM, repetição máxima; FC, frequência cardíaca

4.4 RISCO DE VIÉS

O resumo do risco de viés para os estudos incluídos nesta meta-análise está representado na Figura 2. Verde indica “baixo” risco de viés, amarelo indica “pouco claro” e vermelho indica “alto” risco de viés. Dos 23 estudos selecionados para a análise, 11 estudos foram avaliados com “baixo risco” de viés, 13 apresentaram risco de viés como “pouco claro” e nenhum dos estudos apresentou “alto risco”.

4.5 ANÁLISE DA QUALIDADE DA EVIDÊNCIA

Para a análise da qualidade da evidência foi gerado um sumário dos resultados para cada desfecho, incluindo o julgamento sobre cada domínio na avaliação da evidência. Para cada desfecho, foi apresentado o delineamento de pesquisa, o número de estudos incluídos e número total de participantes nesses estudos (Tabela 3 e Tabela 4).

Figura 2- Resumo do risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Botton et al; 2018	+	+	-	+	+	+	+
Castaneda et al; 2002	?	?	-	?	+	+	+
Cauza et al; 2005	?	?	-	?	+	+	+
Chen et al; 2019	+	+	+	+	+	+	+
Cheung et al; 2009	?	?	-	?	+	+	+
Church et al; 2010	+	+	-	+	+	+	+
Gholami et al; 2021	+	+	-	+	+	+	+
Hangping et al; 2019	+	+	-	+	+	+	+
Hsieh et al; 2018	+	+	-	+	+	+	+
Jorge et al; 2011	?	?	-	?	+	+	+
Larose et al; 2012	?	?	-	?	+	+	+
Mavros et al; 2013	+	+	+	+	+	+	+
Melo et al; 2020	?	?	-	?	+	+	+
Nadi et al; 2019	?	?	-	?	+	+	+
Plotnikoff et al; 2010	+	+	-	+	+	+	+
Ranasinghe et al; 2021	+	+	-	+	+	+	+
Rech et al; 2019	+	+	-	+	+	+	+
Shabani et al; 2015	?	?	-	?	+	+	+
Shenoy et al; 2009	?	?	-	?	+	+	+
Sukala et al; 2012	+	+	-	+	+	+	+

Tabela 3 - Tabela de sumário dos resultados (Exercício Resistido comparado a um grupo Controle)

Exercício Resistido comparado a Sem Exercício para Diabetes Mellitus Tipo 2

Bibliografia:

Certainty assessment							Sumário de Resultados				
Participantes (estudos) Seguimento	Risco de viés	Inconsistência	Evidência Indireta	Imprecisão	Viés de publicação	Overall certainty of evidence	Taxas de eventos do estudo (%)		Efeito relativo (95% CI)	Efeitos absolutos potenciais	
							Com Sem Exercício	Com Exercício Resistido		Risco com Sem Exercício	Diferença de risco com Exercício Resistido
Hemoglobina Glicada (seguimento: variação 12 semanas para 48 semanas; avaliado com: Exame de sangue)											
1025 (18 ECRs)	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	⊕⊕⊕⊕ Alta	465	560	-	A média hemoglobina Glicada foi 7,7 ± 1,1 %	MD 0.58 % menor (0.83 menor para 0.33 menor)
Glicose de Jejum											
418 (12 ECRs)	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	⊕⊕⊕⊕ Alta	206	212	-	A média glicose de Jejum foi 152 ± 35,2 mg/dl	MD 8.61 mg/dl menor (15.92 menor para 1.29 menor)
Equilíbrio (seguimento: variação 12 semanas para 48 semanas; avaliado com: Timed Up and Go; Escala de: 0 para 20)											
171 (4 ECRs)	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	⊕⊕⊕⊕ Alta	84	87	-	A média equilíbrio foi 7,19 ± 1,83 segundos	MD 1.05 segundos menor (1.56 menor para 0.54 menor)

CI: Confidence Interval; MD: Mean difference

Tabela 4 - Tabela de sumário dos resultados (Exercício Resistido comparado a um grupo Exercício Aeróbico)

Exercício Resistido comparado a Exercício Aeróbico para Diabetes Mellitus Tipo 2

Bibliografia:

Certainty assessment							Sumário de Resultados					
Participantes (estudos) Seguimento	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Viés de publicação	Overall certainty of evidence	Taxas de eventos do estudo (%)		Efeito relativo (95% CI)	Efeitos absolutos potenciais		
							Com Exercício Aeróbico	Com Exercício Resistido		Risco com Exercício Aeróbico	Diferença de risco com Exercício Resistido	
HbA1c												
263 (5 ECRs)	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	⊕⊕⊕⊕ Alta	131	132	-	A média hbA1c foi 7,7 ± 1,2 %	mean 0.24 % menor (0.68 menor para 0.2 mais alto)	
Glicose de Jejum												
118 (4 ECRs)	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	⊕⊕⊕⊕ Alta	59	59	-	A média glicose de Jejum foi 148,4 ± 37 mg/dl	mean 1.96 mg/dl mais alto (31.36 menor para 35.28 mais alto)	

CI: Confidence interval

4.6 ANÁLISE DOS DADOS

Uma meta-análise foi conduzida para apontar possíveis diferenças no equilíbrio, HbA1c e glicose de jejum após um programa de intervenção com exercícios resistidos em indivíduos com DM2.

As meta-análises foram feitas através do software da Cochrane Collaboration Review Manager (RevMan 5.4.1), as diferenças nas médias foram calculadas para cada estudo e um resumo da diferença geral nas médias foi registrado para cada medida de resultado, sendo gerado um forest plot para cada comparação entre grupos e desfechos.

4.7 EFEITOS DA INTERVENÇÃO

Efeitos no Equilíbrio

Um total de cinco estudos foram analisados para o equilíbrio [4,7,8,19, 28], 87 participantes estavam no grupo intervenção e 84 no grupo controle. Dois diferentes instrumentos foram utilizados para a avaliação, o teste de Timed Up and Go (TUG) foi utilizado para 4 estudos [4,7,8,19] e o teste de De Morton mobility index (DEMMI) para 1 [28]. Esta meta-análise demonstrou heterogeneidade substancial ($I^2= 12\%$), diferença de média de -1.05 [-1.56, -0.54], IC de 95%, apresentando melhor desempenho no teste de TUG no grupo exercício resistido. Para este desfecho pôde-se fazer apenas a comparação entre exercício resistido vs. controle, pois os estudos avaliados não apresentaram outros grupos (Figura 3).

Efeitos na HbA1c

Para a HbA1c foram feitas 3 comparações: [1] Resistido vs. Controle, apresentando um total de 18 estudos que incluíram 560 indivíduos para o grupo resistido e 465 para o controle. A análise demonstrou heterogeneidade ($I^2 = 94\%$), diferença média de -0.58 [-0.83, -0.33], IC=95%, apresentando diferença significativa em favor do grupo resistido (Figura 4). [2] Resistido vs. Aeróbico, incluindo 5 estudos que consistiam em 132 indivíduos para o grupo resistido e 131 para o aeróbico, também demonstrou heterogeneidade alta ($I^2 = 94\%$), mas a diferença média de -0.24 [-0.68, 0.20] não apontou diferença entre os grupos (Figura 5). Por fim, [3] Resistido vs. Combinado, mostrou que

dentre os 3 estudos incluídos havia um total de 149 indivíduos no grupo resistido e 152 no grupo combinado, uma heterogeneidade ($I^2=46\%$), diferença média de 0.29 [0.02, 0.56] em favor do grupo combinado (Figura 6).

Devido ao elevado I^2 quando foram feitas as comparações da HbA1c houve a necessidade explorar a potencial influência de cada um dos estudos sobre a heterogeneidade. Assim, percebeu-se que o estudo de Ranasinghe, et al;2021 apresentou forte influência sobre o resultado. Cabe chamar a atenção para a diferença entre a faixa etária considerada em sua amostra em relação aos demais estudos. Optou-se finalmente por mantê-lo na meta-análise em função da elevada qualidade demonstrada na sua análise da qualidade metodológica, tendo atendido a todos os critérios de elegibilidade.

Efeitos na glicose de jejum

Para este desfecho foi possível realizar 2 comparações: [1] Resistido vs. Controle e [2] Resistido vs. Aeróbico. Doze estudos mensuraram a glicose de jejum, para a primeira comparação, Resistido vs. Controle somou-se um total de 212 indivíduos no grupo resistido e 206 no controle, apresentando heterogeneidade ($I^2=83\%$), IC = 95% e diferença média de -8.61 [-15.92, -1.29] em favor do grupo resistido (Figura 7). Para a segunda comparação, estimou-se um número de 59 participantes no grupo resistido e igualmente para o grupo aeróbico, heterogeneidade ($I^2=79\%$), IC= 95% e diferença média de 1.96 [-31.36, 35.28], não demonstrando diferença significativa para glicose de jejum (Figura 8).

Figura 3 - Forest plot das diferenças médias pós-intervenção no equilíbrio entre os grupos de exercício resistido vs. controle. SD, desvio padrão; IV, variação inversa; CI, intervalo de confiança.

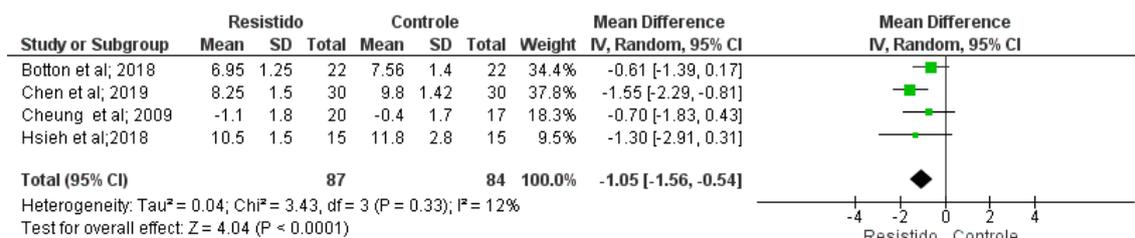


Figura 4 - Forest plot das diferenças médias pós-intervenção na HbA1C entre os grupos de exercício resistido vs. controle. SD, desvio padrão; IV, variação inversa; CI, intervalo de confiança.

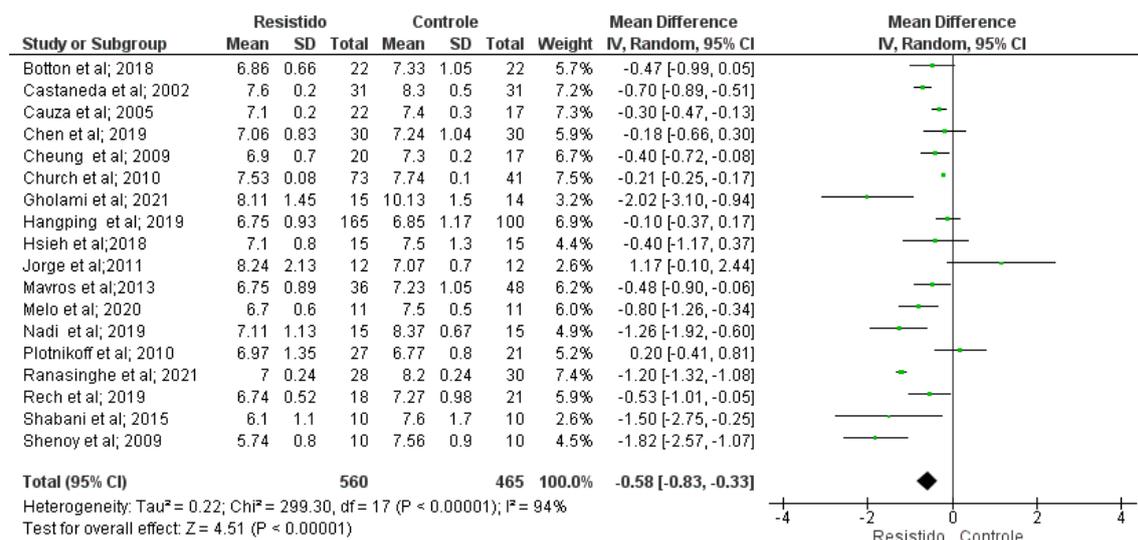


Figura 5 - Forest plot das diferenças médias pós-intervenção na HbA1c entre os grupos de exercício resistido vs. aeróbico SD, desvio padrão; IV, variação inversa; CI, intervalo de confiança.

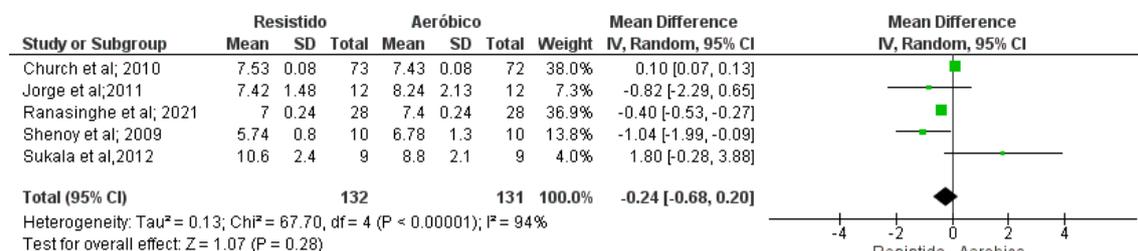


Figura 6 - Forest plot das diferenças médias pós-intervenção na HbA1c entre os grupos de exercício resistido vs. combinado, SD, desvio padrão; IV, variação inversa; CI, intervalo de confiança.

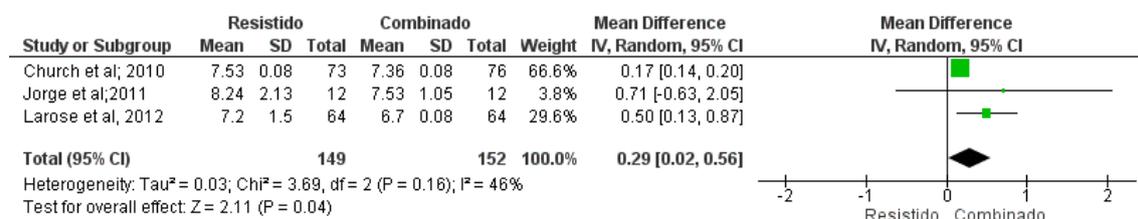


Figura 7- Forest plot das diferenças médias pós-intervenção na glicose de jejum entre os grupos de exercício resistido vs. controle, SD, desvio padrão; IV, variação inversa; CI, intervalo de confiança.

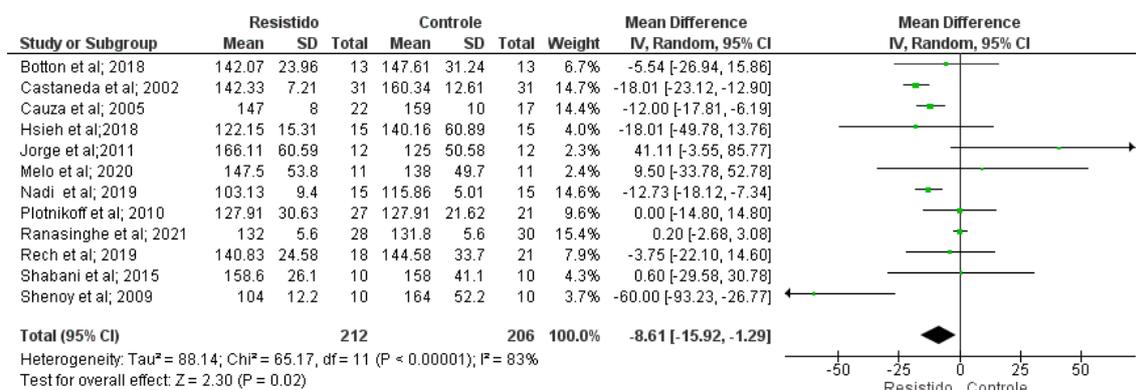
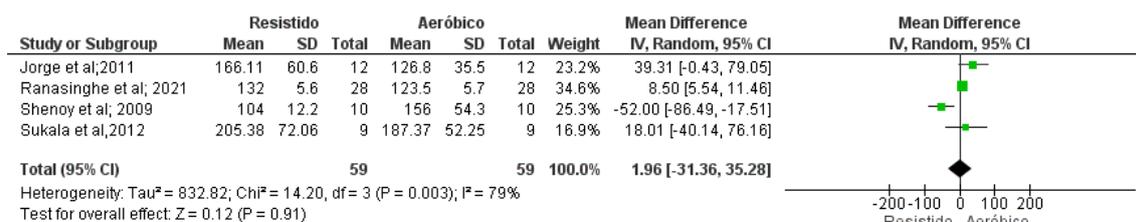


Figura 8- Forest plot das diferenças médias pós-intervenção na glicose de jejum entre os grupos de exercício resistido vs. aeróbico, SD, desvio padrão; IV, variação inversa; CI, intervalo de confiança.



5 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática propôs-se investigar o exercício resistido, tendo como objetivo avaliar o nível de evidência sobre seus efeitos no equilíbrio, HbA1c e glicose de jejum de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 em ensaios clínicos randomizados.

Estudos vem apontando o exercício físico como uma ferramenta que pode produzir uma diversidade de adaptações metabólicas auxiliando no controle da glicose sanguínea, melhora da HbA1c, sensibilidade à insulina, além da melhora da aptidão física [2,49,38].

Nossos achados mostram que dentre os 20 estudos incluídos nesta revisão 5 avaliaram o equilíbrio, 20 a HbA1c e 13 a glicose de jejum. Além do treino resistido, 6 estudos incluíram exercício aeróbico [10,20,22,33,41,47,51] e 3 estudos apresentaram um treino combinado como intervenção [10, 22,25].

Dentre os estudos que analisaram o equilíbrio [5,8,9,21,35], 2 apresentaram treino resistido com elásticos [8,9] e 3 estudos determinaram que o treino resistido seria com máquinas de peso [5,21,35], ambos os estudos compararam o grupo intervenção com um grupo controle onde este era considerado como um grupo sem exercício [21,35], grupo que efetuou alongamentos [5] e com movimento sem a resistência elástica [8,9].

Em 2 dos estudos que avaliaram o equilíbrio propuseram um programa de treino resistido com faixas elásticas em domicílio [8,9], onde Chen apresentou melhora no equilíbrio dinâmico dos participantes do grupo resistido [8], diferentemente de Cheung que não alcançou tais resultados [8]. Além do equilíbrio estes estudos também analisaram a HbA1c, porém não demonstraram diferença significativa [8,9].

Chen [8] associou a melhora do equilíbrio após o período do programa ao aumento da força muscular, ressaltando que o programa foi projetado para trabalhar grandes grupos musculares de membros inferiores necessários para a realização das atividades de vida diárias, mostrando segurança para aplicação em indivíduos mais velhos. Por outro lado, explicou que o treino não capaz de melhorar a HbA1c pelo fato de ter sido efetuado em domicílio sem acompanhamento técnico e sem monitoramento dos hábitos alimentares dos participantes.

Cheung justifica seus resultados ao tempo proposto, ressalta que na falta de outra atividade física associada o treino de 30 minutos por dia com faixa elástica por este período não é capaz de alcançar mudanças no equilíbrio e HbA1c. Ainda, sugere que um maior tempo de intervenção possa alcançar maiores efeitos e concluem que o uso de faixas elásticas pode ser utilizado como complemento de outras modalidades de treino resistido.

Uma revisão sistemática avaliou 7 estudos com intervenção de exercícios resistidos com faixas elásticas e em seus resultados mostraram que não houve diferença significativa na HbA1c no grupo intervenção quando comparado ao grupo controle, diferentemente dos resultados de estudos que utilizaram pesos livres ou máquinas de peso.

Os autores acreditam que uma das possíveis causas deste resultado foi o tempo de duração do programa que apresentou uma média de 13 semanas enquanto para os estudos com máquinas de peso ou peso livre, 22 semanas [29]. Nossa revisão corrobora com essas médias de duração, apresentando uma média maior nos estudos que utilizaram máquinas de peso do que com faixas elásticas.

Os demais estudos que avaliaram o equilíbrio [5,21,35] aplicaram um programa com máquinas de peso como resistência, o estudo de Botton [5] e Hsieh [21] não demonstraram melhora no equilíbrio dinâmico, não apresentando alteração no tempo do teste de TUG de -0,7 no grupo resistido. Os estudos alegam que o teste de TUG pode ter sido menos sensível na captura dos efeitos do treino resistido, visto que os indivíduos eram instruídos a caminhar em uma velocidade confortável, e não na sua maior velocidade [5], bem como a falta de força muscular que está ligada ao desempenho funcional [21].

Por fim, o quinto estudo avaliou equilíbrio estático e dinâmico conseguiu obter sucesso com o treino resistido que submeteu em seu programa, do mesmo modo que atingiu bons resultados para a HbA1c e glicose de jejum após 26 semanas de treino resistido em máquinas de peso [35].

Para a HbA1c conseguimos fazer 3 comparações: [1] exercício resistido vs. controle; [2] exercício resistido vs. aeróbico; [3] exercício resistido vs. combinado. Nesta meta-análise podemos perceber diferença significativa em favor do exercício resistido quando comparado ao controle, bem como em revisões anteriores [49,50,5,52].

O exercício resistido quando comparado com o aeróbico nesta análise não teve superioridade, corroborando com a revisão sistemática de Santos et al 2020 [45], que também encontrou esses resultados.

Revisões anteriores afirmam que embora um seja mais eficaz que o outro, tanto o exercício resistido quanto o aeróbico são eficazes na redução e monitoramento da HbA1c, [48] mostrando que a glicose continua sendo captada de forma efetiva pela musculatura após o término do exercício, em ambos os exercícios[45].

Finalizando as análises das comparações para HbA1c temos [3] resistido vs. combinado, onde apenas 3 estudos que preencheram ao critérios de elegibilidade aplicaram essa modalidade e os resultados foram favoráveis ao treino combinado [9,20,22]. Outra revisão sistemática analisou 28 estudos que abordavam exercício combinado e chegaram à conclusão que o exercício combinado foi mais eficaz na redução da HbA1c do que os exercícios resistidos e aeróbicos sozinhos. Isso vai de encontro com nossos resultados e pode ser considerado então mais eficaz do que exercício resistido sozinho para a redução da HbA1c.

Em relação aos efeitos encontrados sobre a glicemia de jejum, observamos que o exercício resistido se sobressaiu ao controle, melhorando 8,6mg/dl, assim como cita a revisão sistemática de DA SILVA; 2022 [11]. Os autores incluíram 6 estudos e suas

características vão de encontro com os estudos incluídos nesta revisão, onde apresentaram uma duração de programa de um mínimo de 12 semanas, avaliando o exercício resistido tradicional em máquina de peso.

Quando comparado com o exercício aeróbico, o exercício resistido não apresentou superioridade, sendo o aeróbico mais eficaz para diminuição da glicose de jejum, apresentando 1,96mg/dl mais baixo.

Em resumo, esta meta-análise constatou que o treino resistido de forma independente foi favorável tanto para o equilíbrio, HbA1c e glicose de jejum quando comparadas com um grupo controle. Quando comparado com o exercício aeróbico na HbA1c e glicose de jejum e mostra também que o treino combinado apresenta mais eficácia.

No entanto, a quantidade de estudos relacionadas ao equilíbrio ainda é baixa e dividiram-se quanto ao tipo de exercício resistido, bem como a quantidade de estudos envolvendo treino combinado. Sugere-se então mais pesquisas quanto ao exercício resistido no equilíbrio, visto que, pode ser prejudicado ao longo do tempo em indivíduos com DM2.

Algumas limitações dificultaram a nossa análise, como a [1] falta de detalhamento e controle sobre os hábitos alimentares e desempenho dos participantes ao longo do período proposto pelos ensaios, principalmente nos estudos em domicílio. [2] Tipo de ferramentas para avaliação do equilíbrio, autores justificam que o TUG pode não ter sido tão sensível ao exercício resistido, [3] a falta de informação completa sobre tempo de jejum e da análise da HbA1c, visto que a mensuração dessa variável sofre influência dos 3 meses anteriores.

CONCLUSÃO

Com base nas evidências encontradas, podemos afirmar que um programa de 12 semanas de exercício resistido foi capaz de melhorar o equilíbrio, HbA1c e glicose de jejum de indivíduos com DM2. Sugere-se mais investigações sobre o exercício resistido principalmente no equilíbrio, apresentando um maior rigor no que se trata do controle dos fatores que possam influenciar no resultado.

REFERÊNCIAS

- 1- AGOSTINI, Camila Monteiro et al. Análise do desempenho motor e do equilíbrio corporal de idosos ativos com hipertensão arterial e diabetes tipo 2. *Revista de Atenção à Saúde*, v. 16, n. 55, p. 29-35, 2018.
- 2- AGUIAR, Elroy J. et al. Efficacy of interventions that include diet, aerobic and resistance training components for type 2 diabetes prevention: a systematic review with meta-analysis. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2014.
- 3- AMANAT, Sasan et al. Exercise and type 2 diabetes. **Physical Exercise for Human Health**, p. 91-105, 2020.
- 4- ATLAS, Diabetes. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas- (internet). Diabetes Atlas. 2015.
- 5- BOTTON, Cíntia E. et al. Effects of resistance training on neuromuscular parameters in elderly with type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial. **Experimental gerontology**, v. 113, p. 141-149, 2018.
- 6- CASTANEDA, Carmen 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, 2002..
- 7- CAUZA, Edmund et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 86, n. 8, p. 1527-1533, 2005.
- 8- CHEN, Shu-Mei et al. Effects of resistance exercise on glycated hemoglobin and functional performance in older patients with comorbid diabetes mellitus and knee osteoarthritis: a randomized trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 1, p. 224, 2020.
- 9- CHEUNG, N. W. et al. A pilot randomised controlled trial of resistance exercise bands in the management of sedentary subjects with type 2 diabetes. **Diabetes research and clinical practice**, v. 83, n. 3, p. e68-e71, 2009.
- 10- CHURCH, Timothy 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, 2010.

- 11-DA SILVA, Wesley Mentz et al. A EFICÁCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO NO CONTROLE GLICÊMICO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 28, n. 1, 2022.
- 12-DE FARIAS, Patrícia Schattner; FILONI, Eduardo; SUGUIMOTO, Carolina Miyuki. 3. Relação entre sensibilidade tátil plantar, idade e IMC com o equilíbrio em sujeitos diabéticos e não diabéticos. **Revista Científica UMC**, v. 4, n. 1, 2019.
- 13-DESHPANDE, Anjali D.; HARRIS-HAYES, Marcie; SCHOOTMAN, Mario. Epidemiology of diabetes and diabetes-related complications. **Physical therapy**, v. 88, n. 11, p. 1254-1264, 2008
- 14-DUNSTAN, David W. et al. Home-based resistance training is not sufficient to maintain improved glycemic control following supervised training in older individuals with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 28, n. 1, p. 3-9, 2005.
- 15-ENGELKE, K. et al. Exercise maintains bone density at spine and hip EFOPS: a 3-year longitudinal study in early postmenopausal women. *Osteoporosis international*, v. 17, n. 1, p. 133-142, 2006.
- 16-Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martín, C. (2020). Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *International journal of molecular sciences*, 21(17), 6275.
- 17-GIESSING, Jürgen et al. The effects of adding high-intensity of effort resistance training to routine care in persons with type II diabetes: An exploratory randomized parallel-group time-series study. **Physiology & Behavior**, v. 245, p. 113677, 2022.
- 18-GHOLAMI, Farhad et al. Resistance training improves nerve conduction and arterial stiffness in older adults with diabetic distal symmetrical polyneuropathy: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 153, p. 111481, 2021.
- 19-GUIMARÃES, Guilherme Veiga; CIOLAC, Emmanuel Gomes. Síndrome metabólica: abordagem do educador físico. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**, v. 14, n. 4, p. 659-70, 2004.
- 20-HANGPING, Zheng et al. The impact on glycemic control through progressive resistance training with bioDensity™ in Chinese elderly patients with type 2

- diabetes: The PReTTy2 (Progressive Resistance Training in Type 2 Diabetes) Trial. **Diabetes research and clinical practice**, v. 150, p. 64-71, 2019..
- 21- HSIEH, Ping-Lun et al. Resistance training improves muscle function and cardiometabolic risks but not quality of life in older people with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 41, n. 2, p. 65-76, 2018.
- 22- JORGE, Maria Luiza Mendonça Pereira et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. **Metabolism**, v. 60, n. 9, p. 1244-1252, 2011.
- 23- JÚNIOR, Alberto José de Amorim Franco; HELENO, Maria Geralda Viana; LOPES, Andressa Pereira. Qualidade de vida e controle glicêmico do paciente portador de Diabetes Mellitus tipo 2. **Revista Psicologia e Saúde**, 2013.
- 24- KADOGLU, N. et al. The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. *Endocrine*, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 561-569, 11 mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC.
- 25- LAROSE, J. et al. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 22, n. 4, p. e45-e54, 2012.
- 26- LIAO, Fuyuan et al. Effect of exercise on risk factors of diabetic foot ulcers: a systematic review and meta-analysis. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 98, n. 2, p. 103-116, 2019.
- 27- MARTINELLI, Alessandra Rezende et al. Alterações dos parâmetros da marcha e déficit sensorio-motor associado à neuropatia diabética periférica. **CEP**, v. 19060, p. 900, 2014.
- 28- MAVROS, Yorgi et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. **Diabetes care**, v. 36, n. 8, p. 2372-2379, 2013
- 29- MCGINLEY, Samantha K. et al. Effects of exercise training using resistance bands on glycaemic control and strength in type 2 diabetes mellitus: a meta-

- analysis of randomised controlled trials. **Acta diabetologica**, v. 52, p. 221-230, 2015.
- 30- Md, J. F. B., Kiely, D. K., Herman, S., Leveille, S. G., Mizer, K., Frontera, W. R., & Fielding, R. A. (2002). A relação entre a potência das pernas e o desempenho
- 31- MELO, Karla Cinara Bezerra et al. Pilates method training: functional and blood glucose responses of older women with type 2 diabetes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 1001-1007, 2020.
- 32- MENDES, R. et al. Programa de exercício na diabetes tipo 2. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 6, n. 2, p. 62-70, 2011.
- 33- físico em idosos com mobilidade limitada. *Jornal da Sociedade Americana de Geriatria*, 50(3), 461–467. DOI:10.1046/j.1532-5415.2002.50111.x
- 34- MOGHARNASI, M. et al. The Effects of Resistance and Endurance Training on Levels of Nesfatin-1, HSP70, Insulin Resistance and Body Composition in Women with Type 2 Diabetes Mellitus. *Science & Sports*, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 15-23, fev. 2019. Elsevier BV.
- 35- NADI, Maryam; BAMBAEICHI, Effat; MARANDI, Seyyed Mohammad. Comparison of the effect of two therapeutic exercises on the inflammatory and physiological conditions and complications of diabetic neuropathy in female patients. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy**, p. 1493-1501, 2019.
- 36- PAN, Xi; BAI, Jiao-jiao. Balance training in the intervention of fall risk in elderly with diabetic peripheral neuropathy: A review. **International Journal of Nursing Sciences**, v. 1, n. 4, p. 441-445, 2014.
- 37- PAULI, José Rodrigo et al. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia**, v. 53, p. 399-408, 2009.
- 38- Perez-Gomez J, Vicente-Rodríguez G, Ara Royo I, et al. Effect of endurance and resistance training on regional fat mass and lipid profile. *Nutr Hosp.* 2013;28(2):340–346. doi:10.3305/nh.2013. 28.2.6200
- 39- PLOTNIKOFF, R. C. et al. Multicomponent, home-based resistance training for obese adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **International journal of obesity**, v. 34, n. 12, p. 1733-1741, 2010.

- 40- PORTO, Elias Ferreira et al. EQUILÍBRIO POSTURAL E ACIDENTES POR QUEDAS EM DIABÉTICOS E NÃO DIABÉTICOS. **Revista Brasileira de Saúde Funcional**, v. 6, n. 2, p. 30-30, 2018.
- 41- RANASINGHE, Chathuranga et al. 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 study (SL-DARTS). **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 15, n. 1, p. 77-85, 2021.
- 42- RECH, Anderson et al. Effects of short-term resistance training on endothelial function and inflammation markers in elderly patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 118, p. 19-25, 2019
- 43- RICHARDSON, James K.; SANDMAN, David; VELA, Steve. A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 82, n. 2, p. 205-209, 2001.
- 44- RUBENSTEIN, Laurence Z. et al. Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 6, p. M317-M321, 2000.
- 45- SANTOS, Arianny NR et al. Treinamento resistido x treinamento aeróbico contínuo: análise comparativa dos níveis glicêmicos em idosos com diabetes mellitus tipo 2. **Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida-CPAQV Journal**, v. 12, n. 1, 2020.
- 46- SHABANI, Ramin et al. Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. **International journal of preventive medicine**, v. 6, 2015.
- 47- SHENOY, Shweta; ARORA, Ekta; JASPAL, Sandhu. Effects of progressive resistance training and aerobic exercise on type 2 diabetics in Indian population. **Dubai Diabetes and Endocrinology Journal**, v. 17, p. 27-30, 2009.
- 48- SILVA, Ellen Fernandes Flávio; FERREIRA, Cristiane Maria Mendes; PINHO, Lucineia de. Risk factors and complications in type 2 diabetes outpatients. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 63, p. 621-627, 2017.

- 49- Silvestre JGO, Speretta GFF, Fabrizzi F, et al. Acute effects of resistance exercise performed on ladder on energy metabolism, stress, and muscle damage in rats. *Motriz, Rio Claro.* 2017;23(e101602):1– 8. doi:10.1590/s1980-6574201700si0010
- 50- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020.
- 51- SUKALA, William R. et al. South Pacific Islanders resist type 2 diabetes: comparison of aerobic and resistance training. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 1, p. 317-325, 2012.
- 52- 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, p. 242-251, 2013.
- 53- VIGGERS, R. et al. The Impact of Exercise on Bone Health in Type 2 Diabetes Mellitus—a Systematic Review. **Current Osteoporosis Reports**, v. 18, p. 357-370, 2020.