

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**FACULDADE DE FISIOTERAPIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E**  
**DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL**

**Josiane Aparecida de Almeida**

**Efeito agudo do exercício físico aeróbio e resistido sobre a glicemia em indivíduos com diabetes tipo 2: revisão sistemática e metanálise**

**JUIZ DE FORA**

**2022**

**Josiane Aparecida de Almeida**

**Efeito agudo do exercício físico aeróbio e resistido sobre a glicemia em indivíduos com diabetes tipo 2: revisão sistemática e metanálise**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional. Área de concentração: Desempenho e reabilitação em diferentes condições de saúde.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Lilian Pinto da Silva - UFJF

Coorientador: Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza - UFJF

**Juiz de Fora**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

de Almeida, Josiane Aparecida.

Efeito agudo do exercício físico aeróbio e resistido sobre a glicemia em indivíduos com diabetes tipo 2: revisão sistemática e metanálise / Josiane Aparecida de Almeida. -- 2022.

74 f. : il.

Orientador: Lilian Pinto da Silva

Coorientador: Mateus Camaroti Laterza

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, 2022.

1. Diabetes Mellitus Tipo 2.. 2. Exercício Físico. . 3. Revisão Sistemática.. I. Pinto da Silva, Lilian, orient. II. Camaroti Laterza, Mateus, coorient. III. Título.

**Josiane Aparecida de Almeida**

**Efeito agudo do exercício físico aeróbio e resistido sobre a glicemia em indivíduos com diabetes tipo 2: revisão sistemática e metanálise**

Dissertação  
apresentada  
Programa de  
Mestrado em  
Ciências da  
Reabilitação e  
Desempenho Físico-  
Funcional  
da Universidade  
Federal de Juiz de  
Fora como requisito  
parcial à obtenção do  
título de Mestre em  
Ciências da  
Reabilitação e  
Desempenho Físico-  
Funcional. Área de  
concentração:  
Desempenho e  
Reabilitação em  
Diferentes Condições  
de Saúde.

Aprovada em 14 de dezembro de 2022

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Lilian Pinto da Silva** - Orientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza** - coorientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Danilo Reis Coimbra**  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Dra. Mônica Barros Costa**  
Consultório de Endocrinologia

Juiz de Fora, 01/12/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Lilian Pinto da Silva, Servidor(a)**, em 14/12/2022, às 12:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mateus Camaroti Laterza, Professor(a)**, em 14/12/2022, às 16:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MÔNICA BARROS COSTA, Usuário Externo**, em 14/12/2022, às 19:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danilo Reis Coimbra, Professor(a)**, em 15/12/2022, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1061107** e o código CRC **C17BA020**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que ilumina e conduz minha caminhada diariamente. Agradeço à minha família, Juvenal e Salomé, Márcio, Jones e Josemar, por toda paciência, apoio e incentivo em todos os momentos, vocês são minha base e meu porto seguro. Meu agradecimento e admiração aos orientadores Lilian Pinto da Silva e Mateus Camaroti Laterza, pela paciência, atenção e conhecimentos compartilhados que tanto contribuíram com meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço aos professores Mônica Barros Costa e Danilo Reis Coimbra pela disponibilidade em compor a banca examinadora da minha defesa de dissertação, e aos professores Antônio Paulo André de Castro e Diogo Carvalho Felício por aceitarem participar como membros suplentes deste momento de grande aprendizado para mim.

A todos os integrantes dos grupos de estudos Diabetes College Brazil e InCFEx por estarem sempre dispostos a compartilhar seus conhecimentos e que me ajudaram em inúmeros momentos, agradeço de forma especial à Carolina Vargas Santos, Ana Paula Delgado Bomtempo Batalha, Tamiris Schaeffer Fontoura e Tuany Mageste Limongi Zamperlim pelo suporte ao longo desta caminhada.

## RESUMO

**Introdução:** O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é a forma mais prevalente desta condição de saúde, correspondendo entre 90 e 95% dos casos de DM na população mundial. Um dos pilares do tratamento do DM2 é a prática regular de exercício físico. Os benefícios do exercício físico são decorrentes dos efeitos agudos cumulativos ao longo do tempo, sendo que os exercícios físicos aeróbios promovem aumento da sensibilidade tecidual à ação da insulina e estimulam a captação da glicose independente da ação deste hormônio, enquanto os exercícios físicos resistidos promovem aumento da massa muscular e melhora na expressão do transportador de glicose tipo 4 e, conseqüentemente, melhora da captação tecidual de glicose. Este efeito glicêmico do exercício físico varia de acordo com o momento da sua prática, tipo, intensidade e duração do exercício realizado. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo de única sessão de exercício físico aeróbio e/ou resistido sobre a glicemia em pessoas com DM2 por meio de revisão sistemática e metanálise. **Métodos:** Foram seguidas as orientações de redação científica do PRISMA e o protocolo do estudo foi registrado na base PROSPERO (CRD42022289985). As estratégias de busca na literatura foram elaboradas a partir do acrônimo PICO (população: adultos maiores de 18 anos com diagnóstico de DM2; intervenção: única sessão de exercício físico aeróbio e/ou resistido; comparador: qualquer intervenção controle que tenha sido realizada em grupo constituído por pessoas com DM2 e que não atenda às características descritas para a intervenção; *outcomes*: glicose medida antes e até 24h após a sessão). A busca dos artigos na literatura foi realizada nas bases de dados eletrônicas CINAHL, Cochrane Library, EMBASE, Google Scholar, LILACS, MEDLINE/ Ovid, SciELO, SPORTDiscus e Web of Science. Foram incluídos estudos clínicos randomizados no desenho paralelo ou *crossover* e estudos clínicos não randomizados, publicados desde a origem das bases de dados e sem limitação de idioma. Todas as etapas da revisão foram conduzidas por dois revisores independentes e as discordâncias resolvidas por um terceiro revisor. Os resultados de todos os estudos incluídos foram comparados descritivamente por meio de uma síntese narrativa. O risco de viés e a certeza da evidência foram avaliados pelas ferramentas de Avaliação da Cochrane “Risk of Bias” e GRADE, respectivamente. Para os estudos incluídos na metanálise foram realizadas análises estatísticas de acordo com o Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions e os dados foram reportados em diferença média e intervalos de confiança (IC) de 95%, sendo considerado efeito significativo quando  $P < 0,05$ . **Resultados:** A partir dos 6.237 estudos encontrados na literatura, 25 foram incluídos nesta revisão sistemática e, dentre estes, 13 foram agrupados possibilitando o emprego de técnicas de metanálise. A amostra total incluída neste revisão foi constituída de 424

participantes com idades entre 21 e 70 anos, diagnosticados com DM2 há no mínimo  $1,8 \pm 1,0$  anos e no máximo  $11,6 \pm 1,9$  anos, sendo a maioria do sexo masculino (260 homens, 119 mulheres). A intensidade dos exercícios físicos avaliados em uma única sessão foi de moderada a alta, sendo que 14 estudos investigaram o efeito agudo do exercício físico aeróbio contínuo, seis estudos investigaram o efeito agudo do exercício físico aeróbio intervalado e cinco estudos o efeito agudo do exercício físico resistido. Comparado à condição controle, tanto o exercício físico aeróbio contínuo quanto o intervalado promoveram redução significativa da glicemia no primeiro minuto após a sessão ( $-1,51$  mmol/L [ $-1,76, -1,26$ ],  $P > 0,001$ ,  $I^2 = 27,77\%$  e  $-2,65$  mmol/L [ $-3,51, -1,80$ ],  $P < 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$ , respectivamente). Esta redução significativa da glicemia perdurou por até 10 minutos após a sessão de exercício físico aeróbio contínuo ( $-1,66$  mmol/L [ $-2,56, -0,76$ ]  $P < 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) e até 30 minutos após a sessão de exercício físico aeróbio intervalado ( $-1,14$  mmol/L [ $1,92, -0,36$ ],  $P < 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ). O exercício físico resistido não promoveu redução significativa da glicose em um minuto ( $-1,03$  mmol/L [ $-2,24, 0,18$ ];  $P = 0,09$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 30 minutos ( $-0,22$  [ $-1,55, 1,10$ ];  $P = 0,74$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 60 minutos ( $0,36$  [ $-1,14, 1,87$ ];  $P = 0,63$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 90 minutos ( $1,55$  [ $-0,20, 3,30$ ];  $P = 0,08$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) ou 120 minutos ( $0,54$  [ $-1,21, 2,30$ ];  $P = 0,54$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) após a sessão em comparação à condição controle. **Conclusão:** Uma única sessão de exercício físico aeróbio contínuo ou intervalado promove melhora significativa da glicemia por um período de até 10 ou 30 minutos após a sua conclusão, respectivamente, em pacientes com DM2. Por outro lado, uma única sessão de exercício físico resistido não modifica significativamente a glicemia nesta população.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus Tipo 2. Exercício Físico. Revisão Sistemática.



## ABSTRACT

**Introduction:** Type 2 Diabetes Mellitus (DM2) is the most prevalent form of this health condition, accounting for 90 to 95% of DM cases worldwide. One of the pillars of DM2 treatment is regular physical exercise. The benefits of physical exercise are due to the cumulative acute effects over time since physical exercises promote increased tissue sensitivity to the action of insulin and stimulate glucose uptake independent of the action of this hormone, while resistance physical exercises promote an increase of muscle mass and improvement in the expression of glucose transporter type 4 and, consequently, improvement in tissue glucose uptake. This glycemic effect of physical exercise varies according to the moment of its practice, type, intensity, and duration of the exercise performed. Therefore, through a systematic review and meta-analysis, this study aimed to evaluate the acute effect of a single aerobic and/or resistance exercise session on blood glucose in people with DM2. **Methods:** The PRISMA scientific writing guidelines were followed, and the study protocol was registered in the PROSPERO database (CRD42022289985). The search strategies in the literature were elaborated from the acronym PICO (population: adults over 18 years old diagnosed with DM2; intervention: a single session of aerobic and/or resisted physical exercise; comparator: any control intervention that was performed in a group consisting of people with DM2 and who do not meet the characteristics described for the intervention; outcomes: glucose measured before and up to 24 hours after the session). The search for articles in the literature was carried out in the electronic databases CINAHL, Cochrane Library, EMBASE, Google Scholar, LILACS, MEDLINE/Ovid, SciELO, SPORTDiscus, and Web of Science. Randomized clinical studies in parallel or crossover design and non-randomized clinical studies, published from the origin of the databases and without language limitation, were included. Two independent reviewers and disagreements conducted at all stages of the review were resolved by a third reviewer. The results of all included studies were descriptively compared using a narrative synthesis. The risk of bias and certainty of evidence were assessed using the Cochrane Assessment tools “Risk of Bias” and GRADE, respectively. Statistical analyses were performed according to the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions for the studies included in the meta-analysis. Data were reported as mean difference and 95% confidence intervals (CI), with a significant effect being considered when  $P < 0.05$ . **Results:** From the 6,237 studies found in the literature, 25 were included in this systematic review, and among these, 13 were grouped, allowing the use of meta-analysis techniques. The total sample included in this review consisted of 424 participants aged between 21 and 70 years, diagnosed with DM2 for at least  $1.8 \pm 1.0$  years and at most  $11.6 \pm 1.9$  years, most of them male (260 men, 119 women). The intensity of the physical

exercises evaluated in a single session ranged from moderate to high, with 14 studies investigating the acute effect of continuous aerobic physical exercise, six studies investigating the acute effect of interval aerobic physical exercise, and five studies the acute effect of physical exercise resisted. Compared to the control condition, both continuous and interval aerobic physical exercise promoted a significant reduction in blood glucose in the first minute after the session (-1.51 mmol/L [-1.76, -1.26],  $P > 0.001$ ,  $I^2 = 0.00\%$  and - 2.65 mmol/L [-3.51, -1.80],  $P < 0.001$ ,  $I^2 = 0.00\%$ , respectively). This significant reduction in blood glucose lasted for up to 10 minutes after the continuous aerobic physical exercise session (-1.66 mmol/L [-2.56, -0.76]  $P < 0.001$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ) and up to 30 minutes after the exercise session. interval aerobic physical exercise (-1.14 mmol/L [1.92, -0.36],  $P < 0.001$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ). Resistance exercise did not promote a significant reduction in glucose in one minute (-1.03 mmol/L [-2.24, 0.18];  $P = 0.09$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ), 30 minutes (- 0.22 [-1.55, 1.10];  $P = 0.74$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ), 60 minutes (0.36 [-1.14, 1.87];  $P = 0.63$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ), 90 minutes (1.55 [-0.20, 3.30];  $P = 0.08$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ) or 120 minutes (0.54 [-1, 21, 2.30];  $P = 0.54$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ) after the session compared to the control condition. **Conclusion:** A single session of continuous or interval aerobic physical exercise promotes a significant improvement in glycemia for up to 10 or 30 minutes after its conclusion, respectively, in patients with DM2. On the other hand, a single resistance exercise session does not significantly change blood glucose in this population.

**Keywords:** Diabetes Mellitus, Type 2. Exercise. Systematic Review.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fluxograma .....	31
Figura 2 -	Gráfico do risco de viés dos estudos incluídos .....	45
Figura 3 -	Gráfico de floresta para a sessão de exercício aeróbio contínuo vs controle em diferentes momentos de medida da glicemia pós-sessão .....	48
Figura 4 -	Gráfico de floresta para a sessão de exercício aeróbio intervalado vs controle em diferentes momentos de medida da glicemia pós-sessão .....	50
Figura 5 -	Gráfico de floresta para a sessão de exercício resistido vs controle em diferentes momentos de medida da glicemia pós-sessão .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características dos participantes dos estudos incluídos .....	34
Tabela 2 -	Características das intervenções de exercício aeróbico contínuo vs controle dos estudos incluídos .....	37
Tabela 3 -	Características das intervenções de exercício aeróbico intervalado vs controle dos estudos incluídos .....	40
Tabela 4 -	Características das intervenções de exercício resistido vs controle dos estudos incluídos .....	42
Tabela 5 -	Média da glicose nos momentos pré e pós intervenção de exercício aeróbico contínuo vs controle .....	43
Tabela 6 -	Média da glicose nos momentos pré e pós intervenção de exercício aeróbico intervalado vs controle .....	44
Tabela 7 -	Resumo dos achados da metanálise .....	53
Tabela 8 -	Avaliação da certeza da evidência (GRADE) .....	54

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

A1c	Hemoglobina Glicada
CINAHL	Índice Cumulativo para Literatura de Enfermagem e Saúde Aliada
CON	Controle
DeCS/MeSH	Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings
DM	Diabetes Mellitus
DM1	Diabetes Mellitus Tipo 1
DM2	Diabetes Mellitus Tipo 2
DP	Desvio-Padrão
DPP4	Dipeptidil-peptidase 4
EAc	Exercício Aeróbio Contínuo
EAI	Exercício Aeróbio Intervalado
EC	Ensaio Clínico Não Randomizado
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
ER	Exercício Resistido
FCmax	Frequência Cardíaca Máxima
GI	Glicose Intersticial
GV	Glicose Venosa
GRADE	Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation
HIIT:	High Intensity Interval Training
I <sup>2</sup>	Inconsistncia
IC	Intervalo de confiança
IDF	International Diabetes Federation
IMC	Índice de Massa Corporal
IT	Insulino Tratado
LT	Limiar de Lactato
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
NA	No Avaliado/ No se aplica
NIT	No Insulino Tratado
NR	No Reportado
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PROSPERO	International Prospective Register of Systematic Reviews

préDM	Pré Diabetes
RM	Repetição Máxima
REHIT	Reduced-Exertion High-Intensity Interval Training
SciELO	Scientific Electronic Library Online
TOTG	Teste de Tolerância Oral à Glicose
VO <sub>2</sub> máx	Consumo Máximo de Oxigênio;
W <sub>max</sub>	Capacidade Máxima de Carga de Trabalho
WoS	Web of Science

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 OBJETIVO</b> .....	18
<b>3 MÉTODOS</b> .....	19
3.1 Estratégia de busca .....	19
3.2 Seleção dos artigos .....	19
3.3 Extração de dados .....	20
3.4 Avaliação do risco de viés .....	21
3.5 Avaliação da certeza da evidência .....	22
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	23
<b>5 RESULTADOS e DISCUSSÃO</b> .....	24
5.1 Artigo .....	24
5.2 Referências .....	59
5.3 Material suplementar .....	64
5.3.1 Apêndice 1: Estratégia de busca na literatura .....	64
5.3.2 Motivos para não inclusão dos estudos na metanálise .....	66
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	67
<b>7 Anexo I: Protocolo registrado no PROSPERO</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma condição crônica caracterizada por alterações metabólicas, perturbação do metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas e por hiperglicemia persistente (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Alterações no metabolismo da glicose surgem quando o pâncreas não consegue mais produzir insulina em níveis adequados e/ou quando os tecidos desenvolvem resistência à ação deste hormônio, prejudicando a captação e armazenagem de glicose pelas células, resultando em diminuição da captação de glicose sobretudo pelos tecidos muscular e adiposo e aumento na produção de glicose hepática (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2022).

Os níveis elevados de glicose a longo prazo estão associados a danos em diversos órgãos e tecidos, seja por complicações agudas como a cetoacidose diabética, estado hiperosmolar não cetótico e hipoglicemia, ou ainda, por complicações crônicas microvasculares (retinopatia, nefropatia, neuropatia autonômica e neuropatia periférica) e macrovasculares (pé diabético, doença arterial coronariana, acidente vascular encefálico e doença vascular periférica) (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022).

O DM pode ser causado por fatores genéticos, biológicos e/ou ambientais e é classificado segundo sua etiologia. O Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) é uma doença autoimune na qual as células  $\beta$  pancreáticas são destruídas, acarretando deficiência absoluta na produção de insulina e, frequentemente, mas não exclusivamente, diagnosticada em crianças e adolescentes (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2022). O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) ocorre pela redução progressiva na secreção de insulina, associada ou não a resistência tecidual à sua ação, frequentemente diagnosticada na vida adulta. Existem ainda, outros tipos de diabetes ligados a condições específicas: DM gestacional, defeitos genéticos na função da célula  $\beta$  ou na ação da insulina, DM induzido por doenças do pâncreas exócrino, impulsionado pelo uso de medicamentos ou agentes químicos, DM secundário a infecções ou endocrinopatias (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2022).

Dados da INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF) mostram que em 2021 a prevalência mundial de DM na faixa etária entre 20 e 79 anos era de 10,5%, equivalendo a 536,6 milhões de pessoas. Estima-se que em 2030 o número de pessoas vivendo com esta condição de saúde será de 642,7 milhões (11,3%), e em 2045 haverá 783,2 milhões (12,2%) de adultos com DM no mundo. Destes, 81% vivem em países de baixa e média renda, estimando-se aumento de 94% no número de pessoas com DM até 2045 nestes países, devido ao maior



crescimento da população (INTERNACIONAL DIABETES FEDERATION, 2021). A alta prevalência de DM na população mundial implica em altos custos econômicos e sociais (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2022; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

Em 2007, o Brasil era o oitavo país do mundo em número de pessoas com DM, com 6,9 milhões de casos entre indivíduos na faixa etária de 20 a 79 anos (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017), passando a ocupar o sexto lugar em 2021, com 15,7 milhões de casos, ficando atrás da China, Índia, Paquistão, Estados Unidos e Indonésia, seguindo a projeção de 23,2 milhões de brasileiros vivendo com DM em 2045 (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021). De acordo com os dados autorreferidos pelos participantes do programa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – VIGITEL 2021, o DM atinge 9,1% dos adultos maiores de 18 anos, no Brasil, sendo de 9,6% entre as mulheres e de 8,6% entre os homens.

Dentre os tipos de DM, o DM2 é o mais prevalente na população mundial, correspondendo entre 90 e 95% dos casos (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022). O DM2 tem etiologia complexa e multifatorial, com forte herança familiar e contribuição significativa de fatores ambientais como hábitos dietéticos e comportamento sedentário, sendo que 80 a 90% dos casos está associado ao excesso de peso e a outros componentes da síndrome metabólica (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022). A detecção precoce do DM2, o tratamento mais eficaz, o envelhecimento populacional e a consequente sobrevivência com esta condição, também são fatores que contribuem para o aumento na sua prevalência (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021).

O DM2 é diagnosticado pela identificação de hiperglicemia persistente. Para tal, podem ser usados diferentes métodos: glicemia de jejum, hemoglobina glicada e glicemia duas horas após sobrecarga oral de glicose. Para dosagem dos níveis de glicose plasmática, com jejum mínimo de oito horas, são considerados normais valores de glicemia abaixo de 100 mg/dl. Valores entre 100 e 125 mg/dl correspondem ao diagnóstico de pré-diabetes, sendo diagnosticado DM, na presença de valores acima de 125 mg/dl. O exame de hemoglobina glicada (A1c) reflete os níveis glicêmicos dos últimos três meses, sendo considerados normais os valores abaixo de 5,7%, como pré Diabetes (pré DM) os valores que estão entre 5,7% e 6,4% e diagnosticado como DM os valores maiores que 6,4%. Já o teste de tolerância oral à glicose (TOTG) corresponde à ingestão de 75 gramas de glicose anidra diluída em água, sendo a glicemia medida 2 horas após a ingestão desta solução e sendo considerados normais os valores

abaixo de 140 mg/dl, como pré DM os valores entre 140 e 199 mg/dl e diagnosticado como DM quando os valores estão acima de 199 mg/dl (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022).

O tratamento do DM2 objetiva alcançar “alvos glicêmicos” pré e pós-prandiais com finalidade de obter índices glicêmicos mais próximos do fisiológico, sendo que a reposição insulínica deve ser iniciada o quanto antes em casos de DM1 e com a evolução do progressivo déficit da função das células beta pancreáticas em pessoas com DM2 (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022).

A prática regular de exercício físico é considerada um dos pilares do tratamento da pessoa com DM. Esta prática por pessoas com DM2, proporciona benefícios que incluem (1) ajuste no balanço hormonal, com diminuição progressiva na síntese e secreção de insulina e, conseqüentemente, da sua concentração no sangue durante a realização do exercício; (2) aumento da captação de glicose pelo músculo durante a realização do exercício devido a maior translocação de GLUT4 para a membrana da célula, estimulada pela contração muscular, o que melhora à captação tecidual de glicose por via independente da cascata de insulina e (3) redução da resistência tecidual à ação da insulina (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2021).

Por isso, as diretrizes para tratamento do DM recomendam que pessoas que vivem com esta condição de saúde devam reduzir o tempo sentado diariamente, interrompendo-o a cada 30 minutos; realizar, semanalmente, de 150 a 300 minutos de exercício físico aeróbico de moderada intensidade ou 75 a 150 minutos de alta intensidade; realizar exercício físico resistido duas a três vezes por semana, pelo menos uma série de 10 a 15 repetições envolvendo cinco ou mais grupos musculares, em dias não consecutivos; e não permanecer mais do que dois dias consecutivos sem praticar algum tipo de exercício físico (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

Os exercícios físicos aeróbios como caminhar, correr, pedalar e nadar utilizam grandes grupos musculares em movimentos rítmicos ou dinâmicos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2021). Podem ser contínuos, ou seja, realizados sem nenhuma pausa durante o tempo de exercício ou intervalados quando há períodos de esforço intercalados com períodos de recuperação ativa (com baixa intensidade) ou passiva (descanso) (GALMES-PANADES et al, 2022). Este tipo de exercício físico promove aumento da sensibilidade tecidual à ação da insulina, no momento de recuperação, além de estimular a captação da glicose independente da ação deste hormônio durante a sua execução (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2021).

Os exercícios físicos resistidos são exercícios que utilizam a força muscular para movimentar um peso, sendo uma atividade breve que envolva grupos musculares isolados, podendo realizar contrações isométricas, concêntricas e excêntricas contra uma carga do segmento do corpo ou uma carga externa (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2021). A prática regular deste tipo de exercício físico promove aumento da sensibilidade tecidual à insulina e da tolerância à glicose, principalmente devido ao aumento massa muscular e melhora na expressão do transportador GLUT4 e, conseqüentemente, melhora da captação tecidual de glicose (SAMPATH et al, 2019).

Durante o exercício físico existe o risco de ocorrer hipoglicemia devido ao aumento da sensibilidade à insulina e à captação tecidual da glicose independente da insulina. Adicionalmente, esta captação permanece aumentada por até duas horas após o exercício físico prolongado, devido a mecanismos independentes da insulina, e por até 48 horas via mecanismos dependentes da insulina (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022). No momento de recuperação do exercício há melhora na tolerância à glicose e na sensibilidade à insulina, além da redução na variabilidade glicêmica e do tempo gasto em hiperglicemia (MUNAN et al, 2020).

O efeito glicêmico do exercício físico varia de acordo com o momento da sua prática, tipo de exercício realizado, intensidade e duração, além de estar intimamente relacionado a dose de insulina (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2022). Nesse contexto, sabe-se que os benefícios do treinamento físico em pessoas com diabetes são decorrentes dos efeitos agudos cumulativos do exercício físico ao longo do tempo (MUNAN et al, 2020).

## **2 OBJETIVO**

Avaliar o efeito agudo de única sessão de exercício físico aeróbio e/ou resistido sobre a glicemia pós esforço em pessoas com DM2 por meio de revisão sistemática e metanálise.

### 3 MÉTODOS

Este estudo seguiu as orientações de redação científica do “Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses” (PRISMA) (PAGE et al, 2020). O protocolo do estudo foi registrado na base International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO), com número de registro CRD42022289985.

As questões da investigação foram estruturadas de acordo com os critérios PICO (P: pacientes com diabetes tipo 2, I: exercício aeróbico e/ou exercício resistido, C: grupo controle ou qualquer tipo de exercício que não atendesse às características da intervenção, O: nível de glicose no sangue).

#### 3.1 Estratégia de busca

A busca na literatura foi realizada em fevereiro de 2022 em nove bases de dados eletrônicas: Índice Cumulativo para Literatura de Enfermagem e Saúde Aliada (CINAHL), Cochrane Library, EMBASE, Google Scholar, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), MEDLINE/Ovid, Scientific Electronic Library Online (SciELO), SPORTDiscus, Web of Science (WoS). A base Google Scholar, foi usada para identificar literatura cinzenta. Na estratégia de busca foi utilizado os termos DeCS/MeSH para definir os descritores e seus sinônimos “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “Exercise” AND “Glucose” e são apresentadas no Apêndice 1. A pesquisa foi restrita à espécie humana e foram pesquisados artigos publicados desde a origem das bases de dados até a data de busca na literatura e não houve limitação de idioma.

#### 3.2 Seleção dos estudos

Todas as etapas, desde a seleção dos artigos na literatura até a inclusão na metanálise, foram conduzidas em pares de forma independente (JAA; CVO) e as discordâncias foram resolvidas por um terceiro revisor (LPS).

Para inclusão na revisão os artigos publicados na literatura precisavam atender aos critérios de elegibilidade detalhados a seguir:

**População:** estudos que incluíram exclusivamente homens e/ou mulheres diagnosticados com diabetes tipo 2, com idade igual ou superior a 18 anos. Foram excluídos estudos que incluíram indivíduos com diabetes tipo 1 ou diabetes gestacional na amostra e/ou compararam indivíduos com diabetes tipo 2 com indivíduos sem diabetes.

**Intervenção:** estudos que investigaram única sessão de exercício aeróbico e/ou resistido como intervenção. Não foram elegíveis estudos que avaliaram testes de avaliação funcional ou investigaram uma intervenção que não atendeu à definição de exercício aeróbico ou resistido, estudos que compararam sessão de exercício aeróbico com sessão de exercício resistido e, ainda, estudos com desenho *crossover* com tempo de *washout* inferior a 72 horas.

**Comparador:** qualquer intervenção controle que tenha sido realizada em grupo constituído por pessoas com DM2 e que não atendessem às características descritas para a intervenção.

**Desfecho:** foram incluídos estudos que avaliaram o nível de glicose no sangue em resposta a única sessão de exercício isolado e estruturado aeróbico e/ou resistido e que tenham realizado a medida da glicemia antes e até 24h após a sessão de exercício e sessão controle, em indivíduos com DM2 tratados ou não com insulina.

**Tipo de estudo:** Ensaios controlados randomizados podendo ser no desenho paralelo ou *crossover* e estudos clínicos não randomizados.

Foram excluídos desta revisão sistemática os artigos que não estavam disponíveis na íntegra no website do periódico em “*open access*” ou no portal periódicos CAPES e aqueles não obtidos após contato com os autores.

Foi utilizada a ferramenta Rayyan para exclusão de duplicatas e avaliação dos títulos e resumos dos artigos recuperados nas bases de dados a fim de identificar os estudos relevantes. Os artigos elegíveis foram armazenados usando o *software* MendeleyDesktop e foi realizada a leitura completa dos estudos por dois revisores (JAA; CVO), de forma independente.

### 3.3 Extração dos dados

Os dados foram extraídos por dois revisores independentes (JAA; CVO), utilizando uma planilha padronizada desenvolvida pelos autores, no *software* Microsoft Excel e os dados ausentes foram solicitados por *e-mail* aos autores dos estudos.

Em relação à caracterização dos estudos foram extraídos título, autores, ano, país, DOI, objetivo, desenho do estudo, número de grupos, tamanho da amostra em cada grupo, critérios de inclusão e exclusão. Sobre os participantes foram extraídos idade, sexo, índice de massa corporal (IMC), características clínicas como tempo de diagnóstico, insulinoterapia, medicações em uso, hemoglobina glicada, complicações do DM, comorbidades, tabagismo e nível de atividade física. Quanto aos aspectos da intervenção foram extraídos a intensidade e duração do exercício, período do dia em que a sessão foi realizada, o tipo de exercício (aeróbico ou resistido); para o exercício físico resistido foram extraídos dados referentes aos grupamentos

musculares e/ou equipamentos utilizados na execução, o número de séries e repetições, o intervalo entre as séries; para o exercício aeróbio foram extraídos dados referentes ao tipo de exercício físico aeróbio realizado (pedalar, correr, andar, nadar) e o modo como foi realizado (contínuo ou intervalado). Em relação à variável de interesse do estudo foram coletados os valores de glicose no período pré e pós-exercício, o tempo de monitoramento da glicemia após a sessão de exercício e os dispositivos utilizados para medir esta variável. Adicionalmente, foram extraídas informações sobre mudança ou não, na dieta e no uso de medicação pré sessão de exercício.

### 3.4 Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos

A etapa de avaliação do risco de viés dos estudos incluídos foi realizada por dois autores (JAA; APDBB), de forma independente, seguindo os critérios descritos no Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions e utilizando as ferramentas “Risk of Bias” (RoB 2) e “Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials - Additional considerations for crossover trials” (RoB 2 *crossover*) da Cochrane. Ambas ferramentas são compostas por conjunto fixo de domínios de enviesamento, que focam diferentes aspectos do desenho, condução e relatórios dos ensaios. Dentro de cada domínio, há uma série de perguntas de “sinalização” que obtiveram informações relevantes para julgar o risco de viés de cada estudo.

A ferramenta “Risk of Bias” (RoB 2) é recomendada para avaliar o risco de viés em ensaios clínicos randomizados com desenho paralelo, sendo composta por cinco domínios (D) de viés potencial, a saber: (D1) viés decorrente do processo de randomização, (D2) viés devido ao desvio da intervenção pretendida, (D3) viés devido a falta de dados nos resultados, (D4) viés devido às medições dos resultados e (D5) viés devido ao relato de desfecho seletivo (HIGGINS et al, 2019). Por sua vez, a ferramenta “RoB 2-crossover” foi utilizada para avaliar o risco de viés em estudos de desenho *crossover* randomizados e não randomizados, a qual possui, além dos cinco domínios citados na ferramenta anterior, o domínio S: viés decorrente de efeitos de período e de transição (HIGGINS et al, 2021).

Cada estudo incluído nesta revisão foi avaliado pela ferramenta “RoB 2 Excel Marco Form Manual (Beta Version 7)” e classificado como sendo de "baixo risco", "risco incerto" ou "alto risco" de viés.

### 3.5 Avaliação da certeza da evidência

A certeza da evidência e a força das recomendações encontradas na metanálise para o desfecho investigado foram avaliadas seguindo o *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation* (GRADE). A classificação da certeza da evidência é importante para o desenvolvimento de recomendações de cuidados em saúde. Para que a certeza seja classificada como alta, ou seja, o efeito verdadeiro está próximo ao da estimativa do efeito, o estudo deve atender os cinco fatores da ferramenta GRADE: limitações do estudo, inconsistência dos resultados, evidência indireta, imprecisão e viés de publicação. O não cumprimento de algum fator reduz a certeza da evidência. (HOLGER SCHÜNEMANN et al, 2013).

## 4 ANÁLISE DOS DADOS

A síntese narrativa é apresentada em texto, destacando diferenças e semelhanças nos estudos incluídos e os resultados de cada estudo foram comparados qualitativamente em forma de tabelas. Os ensaios clínicos randomizados que apresentaram intervenções e momentos de medida da glicemia pós-sessão semelhantes, foram agrupados realizando técnicas de metanálise. As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (HIGGINS *et al*, 2019) e, quando aplicável, os dados foram convertidos de erro padrão para desvio padrão.

Os conjuntos de unidade mmol/L e mg/dl são usados para medir a concentração de glicose no sangue, nesta revisão descrevemos os valores de glicose em mmol/L por ser uma unidade de padrão internacional e ter sido utilizada pela maioria dos artigos incluídos. Para a conversão dos valores apresentados em mg/dl para mmol/L considerou-se que 1 mmol/L equivale a 18,02 mg/dl (<https://www.rccc.eu/ppc/calculadoras/conversor/mg-mmol.html>).

Foi utilizado o modelo de efeito aleatório DerSimonian e Laird, considerando que os estudos não estimam parâmetro único (HIGGINS *et al*, 2019). A metanálise foi realizada usando o *software* Stata 17.0 (STATA Corp., College Station, TX, EUA). Para cada estudo foram extraídos os dados numéricos de média, desvio padrão e tamanho da amostra e foi considerada diferença de média e 95% do intervalo de confiança (IC). As medidas de efeito foram obtidas pelos valores pós-sessão e os estudos foram analisados separadamente de acordo com o tipo de exercício realizado e foi estabelecido nível de significância de  $P < 0,05$ .

A heterogeneidade estatística entre os estudos foi quantificada usando os testes Q de Cochran e inconsistência ( $I^2$ ), sendo que ambos fornecem estimativas do grau de heterogeneidade resultante da variação entre os estudos e não do acaso. A heterogeneidade foi considerada como significativa quando o valor  $P$  advindo do teste Q de Cochran foi inferior a 0,05). Quanto ao teste de inconsistência,  $I^2$  maior que 75% foi considerado como indicativo de alta heterogeneidade,  $I^2$  entre 25% e 75% como indicativo de heterogeneidade moderada, e  $I^2$  menor que 25% foi indicativo de baixa heterogeneidade (EGGER *et al*, 1997). Os resultados foram representados em gráficos de floresta.



## 5 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão serão apresentados em formato de artigo:

### 5.1 ARTIGO

#### Página de título

**Título:** Efeito agudo do exercício físico aeróbio e/ou resistido sobre a glicemia em indivíduos com diabetes tipo 2: revisão sistemática e metanálise

#### **Autores:**

Josiane A. de Almeida<sup>1</sup>; Ana Paula D. B. Batalha<sup>2</sup>; Carolina V. O. Santos<sup>3</sup>; Tamiris S. Fontoura<sup>2</sup>; Mateus C. Laterza<sup>2 3</sup>; Lilian P. da Silva<sup>1 2</sup>.

#### **Afiliações dos autores:**

1 Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, Faculdade de Fisioterapia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Av. Eugênio do Nascimento S/N, Juiz de Fora, MG, 36038-330, Brasil.

2 Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, S/N, Juiz de Fora, MG, 36036-900, Brasil

3 Programa de Pós-Graduação em Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora, Av. Prof. Eugênio do Nascimento S/N, Juiz de Fora, MG, 36038-330, Brasil.

#### **E-mail dos autores:**

Josiane Aparecida de Almeida - josiaalmeida@yahoo.com.br

Ana Paula Delgado Bomtempo Batalha - ana.dbomtempo@gmail.com

Carolina Vargas de Oliveira Santos - cvolveiranutri@gmail.com

Tamiris Schaeffer Fontoura - tamirisschaeffer@gmail.com

Mateus Camaroti Laterza - mateuslaterza@hotmail.com

Lilian Pinto da Silva (autor correspondente) - lilian.pinto@ufjf.br

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o efeito de única sessão de exercício físico aeróbio e/ou resistido sobre a glicemia pós esforço em pessoas com DM2 por meio de revisão sistemática e metanálise.

**Métodos:** O protocolo foi registrado na base internacional PROSPERO (CRD42022289985). Ensaio clínico randomizado e não randomizado, publicados desde a origem das bases de dados e sem limitação de idioma foram buscados nas seguintes bases: CINAHL, Cochrane Library, EMBASE, Google Acadêmico, LILACS, MEDLINE/Ovid, SciELO, SPORTDiscus e Web of Science. Foram incluídos estudos com pessoas com DM2, com idade de 18 anos ou mais, que realizaram única sessão de exercício aeróbico e/ou resistido que avaliaram a glicemia antes e em período de até 24h após o exercício. Como comparador foi considerado qualquer intervenção controle realizada por pessoas com DM2 e que não atendesse às características da intervenção. O risco de viés e a certeza da evidência foram avaliados pelas ferramentas de Avaliação da Cochrane “Risk of Bias” e GRADE, respectivamente. Os dados foram reportados em diferença média com intervalos de confiança (IC) de 95%, foi considerado efeito significativo quando  $P < 0,05$ . **Resultados:** Dos 6.237 estudos encontrados na literatura, 25 foram incluídos na revisão sistemática, dos quais 13 foram agrupados possibilitando técnicas de metanálise. Foram avaliados os dados de 424 participantes (260 homens, 119 mulheres) com idades entre 21 e 70 anos, diagnosticados com DM2 há no mínimo  $1,8 \pm 1,0$  anos e no máximo  $11,6 \pm 1,9$  anos. Comparado à condição controle, tanto o exercício físico aeróbio contínuo quanto o intervalado promoveram redução significativa da glicemia no primeiro minuto após a sessão ( $-1,51$  mmol/L [ $-1,76, -1,26$ ],  $P > 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$  e  $-2,65$  mmol/L [ $-3,51, -1,80$ ],  $P < 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$ , respectivamente). Esta redução significativa da glicemia perdurou por até 10 minutos após a sessão de exercício físico aeróbio contínuo ( $-1,66$  mmol/L [ $-2,56, -0,76$ ],  $P < 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) e até 30 minutos após a sessão de exercício físico aeróbio intervalado ( $-1,14$  mmol/L [ $1,2, -0,36$ ],  $P < 0,001$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ). O exercício físico resistido não promoveu redução significativa da glicose em um minuto ( $-1,03$  mmol/L [ $-2,24, 0,18$ ],  $P = 0,09$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 30 minutos ( $-0,22$  [ $-1,55, 1,10$ ],  $P = 0,74$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 60 minutos ( $0,36$  [ $-1,14, 1,87$ ],  $P = 0,63$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 90 minutos ( $1,55$  [ $-0,20, 3,30$ ],  $P = 0,08$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) ou 120 minutos ( $0,54$  [ $-1,21, 2,30$ ],  $P = 0,54$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) após a sessão em comparação à condição controle. **Conclusão:** Única sessão de exercício físico aeróbio contínuo ou intervalado promove melhora significativa da glicemia por um período de até 10 ou 30 minutos após a sua conclusão, respectivamente, em pacientes com DM2. Por outro lado, única sessão de exercício físico resistido não modifica significativamente a glicemia nesta população.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus Tipo 2; Exercício Físico; Revisão Sistemática

## INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é responsável por 90 e 95% dos casos de diabetes no mundo, sendo caracterizado por alterações no metabolismo da glicose que surgem quando o pâncreas não consegue mais produzir insulina em níveis adequados e/ou quando os tecidos desenvolvem resistência à ação deste hormônio prejudicando a captação e armazenagem de glicose pelas células (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2022).

O exercício físico é considerado um dos pilares no tratamento do DM2, sendo uma importante ferramenta para o controle glicêmico quando prescrito e realizado de forma adequada (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). O exercício físico proporciona benefícios como a diminuição progressiva na síntese e secreção de insulina, redução da resistência tecidual a ação da insulina e aumento da captação de glicose pelo músculo após a sessão de exercício devido a maior translocação de GLUT4 para a membrana da célula, estimulada pela contração muscular, melhorando a captação tecidual de glicose por via independente à cascata de insulina (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2022).

Os exercícios físicos aeróbios (EA) utilizam grandes grupos musculares com movimentos rítmicos ou dinâmicos, podendo ser caracterizados como contínuos ou intervalados (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2021). O exercício aeróbio contínuo é realizado por um período de tempo sustentado e sem quaisquer interrupções ou pausas, já o exercício aeróbio intervalado é realizado com alternância entre os períodos de esforço e períodos de recuperação ativa (com baixa intensidade) ou passiva (descanso) (GALMES-PANADES et al, 2022).

O exercício físico resistido (ER) que utiliza a força muscular para movimentar um peso, é uma atividade breve e envolve grupos musculares isolados, no qual podem ser realizadas contrações isométricas, concêntricas ou excêntricas contra uma carga do segmento do corpo ou uma carga externa (GALMES-PANADES et al, 2022).

Sabe-se que os benefícios do treinamento físico em pessoas com diabetes são decorrentes dos efeitos agudos cumulativos do exercício físico ao longo do tempo (MUNAN et al, 2020). Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo de uma sessão de exercício físico aeróbio e/ou resistido sobre a glicemia pós esforço em pessoas com DM2, por meio de revisão sistemática e metanálise.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta revisão sistemática e metanálise foi conduzida seguindo as diretrizes PRISMA (PAGE et al, 2020) e o protocolo do estudo foi registrado no PROSPERO (7) sob número de registro CRD42022289985. A pesquisa foi estruturada de acordo com o critério PICO (P: pacientes com DM2, I: exercício aeróbico e/ou exercício resistido, C: grupo controle sem exercício ou qualquer tipo de exercício que não atendesse às características da intervenção, O: nível de glicose no sangue pós exercício).

A busca na literatura foi realizada em fevereiro de 2022 nas bases eletrônicas CINAHL, Cochrane Library, EMBASE, Google Scholar, LILACS, MEDLINE/Ovid, SciELO, SPORTDiscus e Web of Science. Na estratégia de busca foram combinados os descritores DeCS/MeSH e seus sinônimos "Diabetes Mellitus, Type 2" AND "Exercise" AND "Glucose" (material suplementar). A pesquisa incluiu estudos com humanos, sem restrições de idioma ou da data de publicação.

Para esta revisão, na seleção dos estudos, foram definidos os seguintes critérios de inclusão:

População alvo: homens e/ou mulheres diagnosticados com DM2 ( $\geq 18$  anos).

Intervenção: única sessão de exercício aeróbico e/ou resistido.

Controle: avaliação de qualquer intervenção que tenha sido realizada por pessoas com DM2 e que não atendesse às características descritas para a intervenção.

Desfecho: avaliação do nível de glicose no sangue em resposta a única sessão de exercício aeróbico e/ou resistido; medidas da glicemia realizadas antes e no período de até 24h após a sessão.

Tipo de estudo: Ensaios controlados randomizados podendo ser no desenho paralelo ou *crossover* com tempo de *washout* superior a 72h e ensaios clínicos não randomizados.

A exclusão de duplicatas e a avaliação dos títulos e resumos dos artigos recuperados nas bases de dados foram realizadas na ferramenta Ryyan (8) e os artigos elegíveis foram armazenados usando o *software* MendeleyDesktop. A leitura dos estudos na íntegra e a sistemática extração de dados dos artigos incluídos foram realizadas por dois revisores (JAA, CVO), de forma independente.

Os dados foram extraídos utilizando uma planilha padronizada desenvolvida pelos autores, no *software* Microsoft Excel e os dados ausentes foram solicitados por *e-mail* aos autores dos estudos. Em relação à caracterização dos estudos foram extraídos: título, autores, ano, país, DOI, objetivo, desenho do estudo, número de grupos, tamanho da amostra em cada grupo, critérios de inclusão e exclusão. Sobre os participantes foram extraídos idade, sexo, índice de massa corporal (IMC), características clínicas como tempo de diagnóstico, insulino terapia, medicações em uso, hemoglobina glicada, complicações do DM, comorbidades, tabagismo e nível de atividade física. Quanto aos aspectos da intervenção foram extraídos a intensidade e duração do exercício, período

do dia em que a sessão foi realizada, o tipo de exercício (aeróbio e/ou resistido); para o exercício físico resistido foram extraídos dados referentes aos grupamentos musculares e/ou equipamentos utilizados na execução, o número de séries e repetições, o intervalo entre as séries; para o exercício aeróbio foram extraídos dados referentes ao tipo de exercício físico aeróbio realizado (pedalar, correr, andar, nadar) e o modo como foi realizado (contínuo ou intervalado). Em relação à variável de interesse do estudo foram coletados os valores de glicose no período pré e pós-exercício, o tempo de monitoramento da glicemia após a sessão de exercício e os dispositivos utilizados para medir esta variável. Adicionalmente, foram extraídas informações sobre mudança ou não, na dieta e no uso de medicação pré sessão. Esta etapa foi realizada por dois revisores independentes (JAA; CVO), e o autores foram contactados por *e-mail* quando as informações importantes para esta revisão não foram fornecidos nos estudos.

A avaliação do risco de viés dos estudos foi realizada por dois autores (JAA, APDBB), de forma independente, utilizando a ferramenta da Cochrane “Risk of Bias” (RoB 2) para avaliar o risco de viés de ensaios clínicos randomizados com desenho paralelo e foi utilizada a ferramenta “Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (RoB 2) - Additional considerations for crossover trials” para avaliar o risco de viés estudos de desenho *crossover* randomizados e não randomizados (HIGGINS et al, 2019).

A avaliação dos estudos incluídos foi realizada utilizando a ferramenta “RoB 2 Excel Marco Form Manual (Beta Version 7)” e foi atribuído um nível de risco de viés para cada estudo.

A certeza da evidência e a força das recomendações encontradas na metanálise para o desfecho investigado foram avaliadas seguindo o Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation - GRADE (9). Para classificar a certeza da evidência consideram-se cinco fatores: limitações do estudo, inconsistência dos resultados, evidência indireta, imprecisão e viés de publicação (SCHÜNEMANN et al, 2013).

## ANÁLISE DE DADOS:

Os estudos que apresentaram os valores de glicose em mg/dl tiveram seus valores convertidos para mmol/L, considerando-se que 1 mmol/L equivale a 18,02 mg/dl (<https://www.rccc.eu/ppc/calculadoras/conversor/mg-mmol.html>).

Os estudos que apresentaram intervenções e/ou momentos de medida da glicemia pós-sessão de exercício diferentes, bem como os ensaios clínicos não randomizados (quase experimental) e aqueles em que os dados não puderam ser extraídos tiveram seus resultados analisados de forma qualitativa. A síntese narrativa, destacando diferenças e semelhanças nos estudos incluídos, é apresentada em texto e os resultados de cada estudo em forma de tabelas.

Os ensaios clínicos randomizados que apresentaram intervenções e momentos de medida da glicemia pós-sessão de exercício semelhantes, foram agrupados realizando técnicas de metanálise. As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (HIGGINS et al, 2019) e, quando aplicável, os dados foram convertidos de erro padrão para desvio padrão.

A metanálise foi realizada usando o *software* Stata 17.0 (STATA Corp., College Station, TX, EUA), considerando-se o modelo de efeito aleatório DerSimonian e Laird (HIGGINS et al, 2019). Para cada estudo foram extraídos média, desvio padrão e tamanho da amostra e considerou-se diferença de média e 95% do intervalo de confiança (IC). As medidas de efeito foram obtidas pelos valores pós-intervenção e os estudos foram analisados separadamente de acordo com o tipo de exercício realizado e foi estabelecido nível de significância de  $P < 0,05$ .

A heterogeneidade estatística entre os estudos foi quantificada usando os testes Q de Cochran e inconsistência ( $I^2$ ), sendo que ambos fornecem estimativas do grau de heterogeneidade resultante da variação entre os estudos e não do acaso. A heterogeneidade foi considerada como significativa quando o valor  $P$  advindo do teste Q de Cochran foi inferior a 0,05. Quanto ao teste de inconsistência,  $I^2$  maior que 75% foi considerado como indicativo de alta heterogeneidade,  $I^2$  entre 25% e 75% como indicativo de heterogeneidade moderada, e  $I^2$  menor que 25% foi indicativo de baixa heterogeneidade (EGGER et al, 1997). Os resultados foram representados em gráficos de floresta.

## RESULTADOS

A partir da busca na literatura foram encontrados 6.237 estudos. Após a remoção das duplicadas, 5.108 foram triados pelo título e resumo e 77 artigos foram lidos integralmente, dos quais 25 foram incluídos nesta revisão. Destes, 13 estudos (52%) foram agrupados realizando técnicas de metanálise. Ainda que, na estratégia de busca não houvesse limitação de idioma, dois estudos foram excluídos por impossibilidade de tradução (um em Tailandês e um em Árabe) (Figura 1).

Os estudos de Jakobsen et al. (2016), Metcalfe et al. (2018) e Zang et al. (2021) relataram que não houve nenhum efeito adverso da intervenção, entre estes estudos, dois realizaram EAi e um EAc, respectivamente. Quanto aos 22 estudos restantes, não foram reportados a ocorrência ou não de efeitos adversos da intervenção. Considerando a natureza da intervenção de exercício, não foi possível realizar o cegamento dos participantes e da equipe em relação às intervenções. Por outro lado, o desfecho avaliado (glicose) não é influenciável pelo conhecimento ou não do tipo de intervenção.

Em relação a adesão à intervenção investigada nos estudos, em todos eles as intervenções programadas foram concluídas, ou seja, os participantes receberam de forma completa a intervenção para a qual foram originalmente alocados e as análises foram conduzidas considerando *per protocol*.

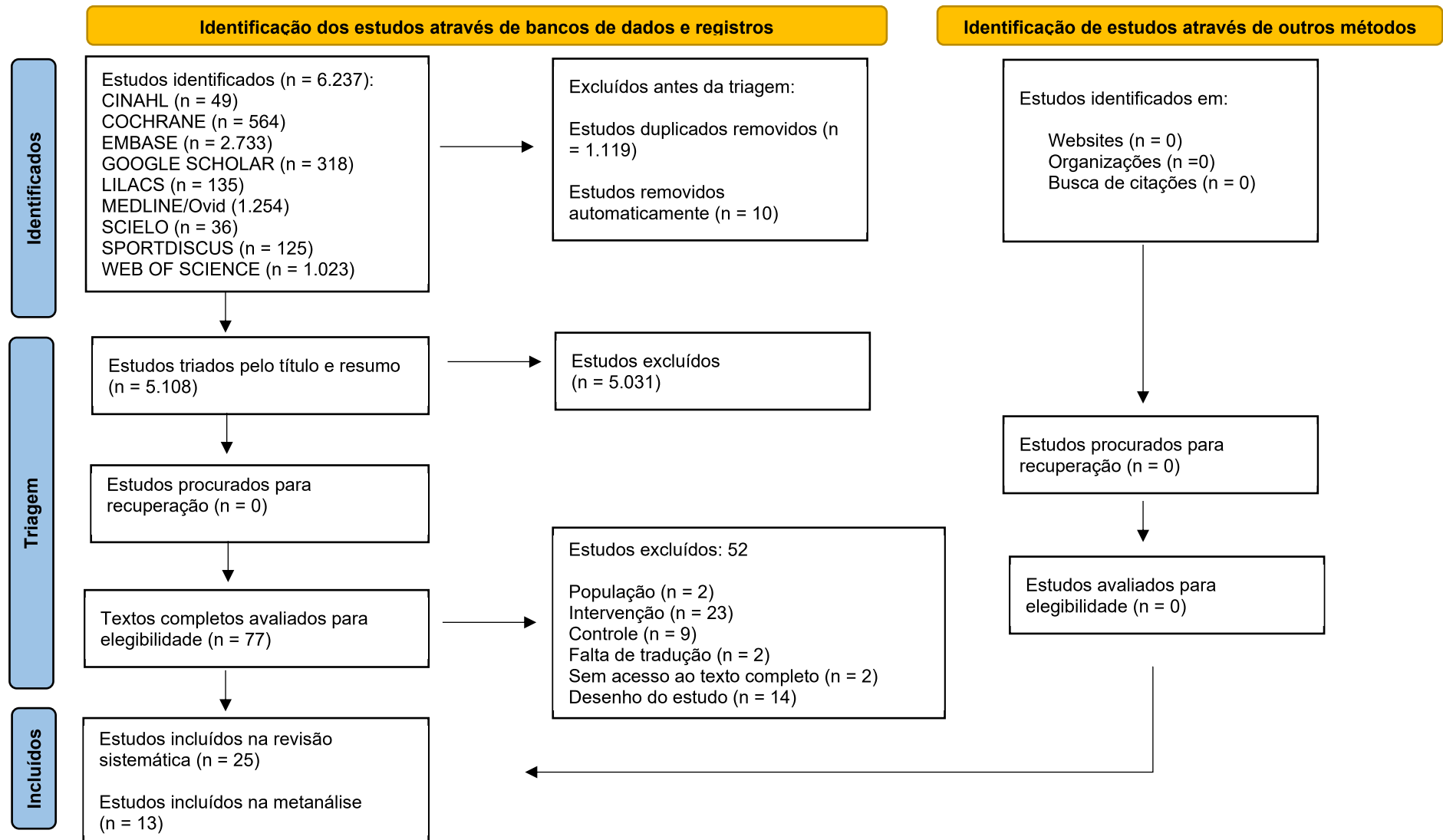


Figura 1: Fluxograma, PRISMA 2020.



Os estudos incluídos nesta revisão foram publicados entre os anos de 1997 e 2021 e foram realizados em diferentes países, sendo a maioria nos EUA (24%), seguido de Canadá (12%), China (12%), Dinamarca (12%), Países Baixos (12%), Brasil (8%), Itália (8%), Irã (4%), Portugal (4%) e Reino Unido (4%).

As características dos participantes dos 25 estudos incluídos nesta revisão estão apresentadas na tabela 1. A amostra total é de 424 participantes, sendo a maioria do sexo masculino (260 homens, 119 mulheres) com idades entre 21 e 70 anos, diagnosticados com DM2 há no mínimo  $1,8 \pm 1,0$  anos e no máximo  $11,6 \pm 1,9$  anos, sendo que os estudos de Alizadeh et al. (2016), Asano et al. (2017), Bellini et al. (2021), Erickson et al. (2017), Gillen et al. (2012), Heden et al. (2018), Larsen et al. (1997), Larsen et al. (1999) e Oberlin et al. (2014) não reportaram o tempo de diagnóstico da doença. Os participantes apresentaram hemoglobina glicada (A1c) com valor médio de no mínimo  $6,0 \pm 0,3\%$  e no máximo  $10,4 \pm 3,0\%$ , sendo que três estudos, Alizadeh et al. (2016), Asano et al. (2017) e Cruz et al. (2019), não reportaram o valor médio de A1c dos participantes. O valor médio do IMC variou de  $22,2 \pm 2,3$  a  $37,0 \pm 5,7$  kg/m<sup>2</sup>.

O estudo de Zhang et al. (2021) reportou três participantes com hipertensão arterial e/ou neuropatia periférica, dois com retinopatia e um com esteatose hepática. Treze estudos - Alizadeh et al. (2016), Bellini et al. (2021), Colberg et al. (2009), Colberg et al. (2014), Cui et al. (2021), van Dijk et al. (2013), van Dijk et al. (2013), Erickson et al. (2017), Haxhi et al. (2016), Larsen et al. (1997), Larsen et al. (1999), Li et al. (2018) e Rees et al. (2019), relataram que os participantes não tinham complicações do diabetes e em 11 estudos - Asano et al. (2017), Cruz et al. (2019), van Dijk et al. (2012), Gillen et al. (2012), Godkin et al. (2018), Heden et al. (2015), Heden et al. (2018), Jakobsen et al. (2016), Mendes et al. (2019), Metcalfe et al. (2018) e Oberlin et al. (2014), esta informação não foi reportada. Em relação às comorbidades, sete estudos - Alizadeh et al. (2016), Bellini et al. (2021), Cruz et al. (2019), Cui et al. (2021), van Dijk et al. (2013), Larsen et al. (1997) e Larsen et al. (1999), relataram não haver nenhuma doença associada e em 18 estudos - Alizadeh et al. (2016), Bellini et al. (2021), Colberg et al. (2009), Colberg et al. (2014), van Dijk et al. (2012), van Dijk et al. (2013), Erickson et al. (2017), Gillen et al. (2012), Godkin et al. (2018), Haxhi et al. (2016), Heden et al. (2015), Heden et al. (2018), Jakobsen et al. (2016), Li et al. (2018), Mendes et al. (2019), Metcalfe et al. (2018), Oberlin et al. (2014) e Rees et al. (2019), não foram relatados a presença ou não de comorbidades.

O estudo de Alizadeh et al. (2016), não reportou o uso de medicação pelos participantes e em dois estudos - Larsen et al. (1997) e Larsen et al. (1999), os indivíduos eram tratados apenas com dieta sem uso de antidiabéticos orais e/ou insulina exógena. Os participantes dos demais estudos - Asano et al. (2017), Bellini et al. (2021), Colberg et al. (2009), Colberg et al. (2014), Cruz

et al. (2019), Cui et al. (2021), van Dijk et al. (2012), van Dijk et al. (2013), van Dijk et al. (2013), Erickson et al. (2017), Gillen et al. (2012), Godkin et al. (2018), Haxhi et al. (2016), Heden et al. (2015), Heden et al. (2018), Jakobsen et al. (2016), Li et al. (2018), Mendes et al. (2019), Metcalfe et al. (2018), Oberlin et al. (2014), Rees et al. (2019) e Zhang et al. (2021), eram tratados com antidiabéticos orais, sendo que em 3 destes estudos - van Dijk et al. (2012), van Dijk et al. (2013) e Zhang et al. (2021), os participantes também eram tratados com insulina exógena. O uso habitual das medicações foi mantido durante os dias de intervenção.

Dos 25 estudos incluídos nesta revisão, 13 realizaram intervenção de exercício aeróbio contínuo (EAc) vs controle - Alizadeh et al. (2016), Asano et al. (2017), Haxhi et al. (2016), Colberg et al. (2009), Colberg et al. (2014), van Dijk et al. (2012), van Dijk et al. (2013), van Dijk et al. (2013), Larsen et al. (1997), Li et al. (2018), Rees et al. (2019), Oberlin et al. (2014) e Zhang et al. (2021). Cinco estudos realizaram intervenção de exercício aeróbio intervalado (EAi) vs controle - Erickson et al. (2017), Gillen et al. (2012), Godkin et al. (2018), Jakobsen et al. (2016) e Larsen et al. (1999). E três realizaram intervenção de exercício resistido (ER) vs controle - Cruz et al. (2019), Heden et al. (2015) e Heden et al. (2018). Adicionalmente, três estudos realizaram EAc vs EAi vs controle - Cui et al. (2021), Mendes et al. (2019) e Metcalfe et al. (2018) e o estudo de Bellini et al. (2021), realizou intervenção de EAc vs EAi vs controle vs EA e ER combinados vs ER e EA combinados. Neste último estudo, foi considerado a comparação de cada sessão de exercício com o grupo controle e não a comparação entre os grupos de exercício.

**Tabela 1:** Características dos participantes dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Estudos	País	N (M/F)	Idade (anos)	Tempo de diagnóstico (anos)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	A1c (%)	Complicações do diabetes	Comorbidades	Tratamento do diabetes
Alizadeh et al. (2016)	Iran	20 (20/0)	45,4 ± 5,4	NR	25,4 ± 2,7	NR	não	não	NR
Asano et al. (2017)	Brasil	11 (5/6)	62,1 ± 9,0	NR	28,8 ± 4,6	NR	NR	NR	sulfoniluréias, metformina, pioglitazona
Bellini et al. (2021)	Itália	8 (NR)	62,6 ± 9,4	NR	31,7 ± 5,2	7,0 ± 0,3	não	não	metformina, inibidores de DPP4
Colberg et al. (2009)	EUA	12 (6/6)	61,4 ± 2,7	11,3 ± 2,1	34,5 ± 2,4	7,0 ± 0,3	não	NR	antidiabéticos orais (NE) dieta
Colberg et al. (2014)	EUA	12 (3/9)	58,7 ± 2,4	6,1 ± 1,4	34,8 ± 2,4	6,6 ± 0,2	não	NR	antidiabéticos orais (NE) dieta
Cruz et al. (2019)	Brasil	12 (0/12)	55,2 ± 4,0	5,7 ± 3,7	29,0 ± 5,4	NR	NR	não	metformina, sulfonilureias
Cui et al. (2021)	China	14 (14/0)	42,6 ± 6,5	1,8 ± 1,0	24,5 ± 2,2	6,9 ± 1,0	não	não	metformina, inibidor da alfa glicosidase, glinidas, inibidores de DPP4, sulfonilureias
van Dijk et al. (2012)	Países Baixos	30 (NR)	60,0 ± 2,0	5,0 ± 0,7 (NIT)	29,8 ± 0,9 (NIT)	7,0 ± 0,2 (NIT)	NR	NR	metformina, sulfonilureia, tiazolidinediona, dieta, insulina
				11,6 ± 1,9 (IT)	31,1 ± 1,0 (IT)	7,4 ± 0,2 (IT)			
van Dijk et al. (2013)	Países Baixos	20 (20/0)	64,0 ± 1,0	8,0 ± 1,0	29,5 ± 0,9	6,9 ± 0,1	não	NR	metformina, sulfonilureia, inibidor de DPP4, tiazolidinediona
van Dijk et al. (2013)	Países Baixos	60 (60/0)	60,0 ± 6,0 (total)	8,7 ± 7,5 (total)	30,1 ± 3,2 (total)	7,3 ± 0,9 (total)	não	não	metformina, sulfonilureia, tiazolidinediona, insulina
			59,0 ± 6,0 (NIT)	6,6 ± 6,6 (NIT)	29,9 ± 3,1 (NIT)	7,1 ± 0,9 (NIT)			
			60,0 ± 5,0 (IT)	12,2 ± 7,7 (IT)	30,4 ± 3,4 (IT)	7,6 ± 1,0 (IT)			
Erickson et al. (2017)	EUA	8 (5/3)	60,0 ± 10,7	NR	33,8 ± 10,3	7,9 ± 2,3	não	NR	metformina, sulfonilureia, agonista do receptor do GLP-1, inibidor de DPP4
Gillen et al. (2012)	Canadá	7 (NR)	62,0 ± 3,0	NR	30,5 ± 1,9	6,9 ± 0,7	NR	NR	antidiabéticos orais (NE)
Godkin et al. (2018)	Canadá	7 (5/2)	21 a 70	6,0 ± 9,0	31,0 ± 5,0	6,5 ± 7,0	NR	NR	antidiabéticos orais (NE)
Haxhi et al. (2016)	Itália	9 (9/0)	58,2 ± 6,6	5,2 ± 4,3	30,2 ± 3,1	7,0 ± 0,6	não	NR	metformina, inibidor de DPP4

Abreviações: IMC: índice de massa corporal; A1C: hemoglobina glicada; N (M/F): número de pacientes (masculino/ feminino); NIT: não insulino tratado; IT: insulino tratado; DPP4: dipeptidil-peptidase 4; NE: não especificado; NR: Não reportado.

**Tabela 1: continuação**

Estudos	País	N (M/F)	Idade (anos)	Tempo de diagnóstico (anos)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	A1c (%)	Complicações do diabetes	Comorbidades	Tratamento do diabetes
Heden et al. (2015)	EUA	13 (5/8)	48,5 ± 11,9	3,7 ± 3,9	36,7 ± 5,3	7,2 ± 1,1	NR	NR	antidiabéticos orais (NE)
Heden et al. (2018)	EUA	11 (3/8)	49,0 ± 13,0	NR	37,0 ± 5,7	7,2 ± 0,7	NR	NR	metformina, sulfonilureia, inibidor de DPP4
Jakobsen et al. (2016)	Dinamarca	11 (6/5)	61,6 ± 8,3	7,0 ± 3,7	29,0 ± 5,0	6,4 ± 2,7	NR	NR	metformina, sulfonilureia, inibidores de DPP4
Larsen et al. (1997)	Dinamarca	9 (9/0)	60,0 ± 2,0	NR	29,0 ± 1,0	7,1 ± 0,2	não	não	dieta
Larsen et al. (1999)	Dinamarca	8 (8/0)	56,0 ± 2,0	NR	29,2 ± 1,2	6,0 ± 0,3	não	não	dieta
Li et al. (2018)	China	29 (22/7)	51,0 ± 11,2	5,7 ± 6,0	24,8 ± 3,4	7,3 ± 1,3	não	NR	metformina, sulfonilureia, glinidas, inibidores da alfa glicosidase, inibidor DPP4, tiazolidinediona
Mendes et al. (2019)	Portugal	15 (7/8)	60,2 ± 3,1	5,3 ± 2,3	29,5 ± 4,6	7,0 ± 0,3	NR	NR	metformina, inibidores DPP4
Metcalfe et al. (2018)	Reino Unido	11 (11/0)	52,0 ± 6,0	4,0 ± 3,0	29,7 ± 3,1	7,0 ± 0,8	NR	NR	metformina, sulfonilureia
Oberlin et al. (2014)	EUA	9 (4/5)	60,3 ± 1,0	NR	36,0 ± 1,1	6,3 ± 0,2	NR	NR	metformina
Rees et al. (2019)	Canadá	63 (29/34)	64,4 ± 8,0	9,7 ± 6,1	30,5 ± 6,5	6,8 ± 0,7	não	NR	metformina, sulfonilureia, inibidor DPP4, inibidor SGLT2, tiazolidinediona, agonista do receptor do GLP-1
Zhang et al. (2021)	China	15 (9/6)	54,7 ± 5,8	5,3 ± 4,4	22,2 ± 2,3	10,4 ± 3,0	retinopatia (2); neuropatia periférica (3).	hipertensão arterial (3); esteatose hepática (1);	metformina, inibidores de alfa glicosidase, sulfonilureias, insulina

Abreviações: IMC: índice de massa corporal; A1C: hemoglobina glicada; N (M/F): número de pacientes (masculino/ feminino); NIT: não insulino tratado; IT: insulino tratado; DPP4: dipeptidil-peptidase 4; NE: não especificado; NR: Não reportado.

A glicose foi coletada a partir do líquido intersticial utilizando monitor contínuo de glicose de diferentes fabricantes em 12 estudos - Cruz et al. (2019), van Dijk et al. (2012), van Dijk et al. (2013), Erickson et al. (2017), Gillen et al. (2012), Godkin et al. (2018), Haxhi et al. (2016), Heden et al. (2018), Li et al. (2018), Metcalfe et al. (2018), Oberlin et al. (2014) e Rees et al. (2019). Oito estudos avaliaram o sangue venoso coletado por meio de cateter venoso - Alizadeh et al. (2016), Colberg et al. (2009), Cui et al. (2021), van Dijk et al. (2013), Heden et al. (2015), Jakobsen et al. (2016), Larsen et al. (1999) e Larsen et al. (1997) e em cinco estudos o sangue capilar foi coletado e medido usando glicosímetro - Asano et al. (2017), Bellini et al. (2021), Colberg et al. (2014), Mendes et al. (2019) e Zhang et al. (2021).

As características das intervenções investigadas pelos estudos incluídos nesta revisão estão apresentadas em tabelas, sendo que na tabela 2 estão descritas aquelas referentes aos estudos que compararam EAc vs controle, na tabela 3 estão descritas aquelas referentes aos estudos que compararam EAI vs controle e na tabela 4 estão descritas aquelas referentes aos estudos que compararam ER vs controle.

Apesar da constante expansão de estudos sobre os efeitos do EA e ER combinados, na presente revisão apenas um estudo atendeu aos critérios de inclusão e não foi possível avaliá-lo por falta de acesso aos dados. Trata-se do estudo de Bellini et al. (2021), que além de avaliar o efeito agudo do EA e ER isolados, avaliou também a combinação de EA e ER comparados ao controle, sendo que houve alternância na sequência de execução dentro da mesma sessão. Trata-se de um ECR *crossover* com período *washout* de uma semana. Durante as intervenções combinadas foram realizados 15 minutos de ER seguido de 15 minutos de EA e vice-versa, o exercício foi realizado no período da manhã e os participantes consumiram uma dieta padronizada.

Nas tabelas 5 e 6 estão apresentados os valores de média e desvio padrão (DP) da glicose, dos estudos com intervenção de EAc e EAI, respectivamente. Os valores de glicose foram avaliados nos momentos pré intervenção e durante recuperação de até 24 horas e estes estudos não foram agrupados para análise estatística. Os motivos pelos quais estes estudos não foram incluídos na metanálise estão detalhados no material suplementar.

O estudo de Cruz et al. (2019), que avaliou ER vs controle, apresentou os valores de glicose média de 24 horas pós sessão. Não houve redução significativa da glicose após a intervenção de 40%RM comparado ao controle ( $8,1 \pm 1,42$  mmol/L vs  $10,88 \pm 0,97$  mmol/L), nem após a intervenção de 80%RM comparado ao controle ( $10,66 \pm 2,31$  mmol/L vs  $10,44 \pm 1,43$  mmol/L).

**Tabela 2:** Características das intervenções de EAc vs controle dos estudos incluídos.

Estudo	Desenho do estudo	Intervenções	Intensidade do exercício	Duração da sessão (min)	Washout time	Origem do material para medição da glicose	Período do dia que realizou o exercício	Padronização de dieta pré-exercício
Alizadeh et al. (2016)	ECR	EAc: corrida na esteira  CON: sem exercício	60% VO <sub>2</sub> máx	até atingir gasto calórico de 300 Kcal	NA	sangue venoso	manhã	NR
Asano et al. (2017)	ECR <i>crossover</i>	EAc: ciclismo  CON: sentado	80%LT (moderado) 120% LT (alto)	20	mínimo 72h, máximo 120h	sangue capilar	manhã (2 hs após café da manhã)	sim
Bellini et al. (2021)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira  CON: sentado	caminhada rápida 100 passos/min (metrônomo digital)	30  180	1 semana	sangue capilar	manhã (30 min após café da manhã)	sim
Colberg et al. (2009)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira  CON: sem exercício	40% FC de reserva (moderado)	20	1 semana	sangue venoso	noite (20 min após jantar)	sim
Colberg et al. (2014)	ECR <i>crossover</i>	EAc:caminhada na esteira  EAc: Tênis de mesa CON: descanso	ritmo pessoal	30  30	1 semana	sangue capilar	noite (30 min após jantar)	sim
Cui et al. (2021)	ECR <i>crossover</i>	EAI: ciclismo (HIIE)  EAc: ciclismo (MICE)  CON: sentado	90% e 30% VO <sub>2</sub> máx  50% VO <sub>2</sub> máx	30  30	10 dias	sangue venoso	manhã (1 h após café da manhã)	sim
van Dijk et al. (2012)	ECR <i>crossover</i>	EAc: ciclismo  CON: sentado	50% Wmax	60  60	4 dias	líquido intersticial	manhã (2h 30 min após café da manhã)	sim

Tabela 2: continuação.

Estudo	Desenho do estudo	Intervenções	Intensidade do exercício	Duração da sessão (min)	Washout time	Origem do material para medição da glicose	Período do dia que realizou o exercício	Padronização de dieta pré-exercício
van Dijk et al. (2013)	ECR <i>crossover</i>	EAc: ciclismo CON: sentado	50% Wmax	45	1 semana	líquido intersticial	manhã (45 min após café da manhã)	sim
van Dijk et al, 2013	ECR <i>crossover</i>	EAc: ciclismo CON: sentado	35% a 50% Wmax	45 a 60	1 semana	sangue venoso	manhã (2h 30 min após café da manhã)	sim
Erickson et al. (2017)	EC <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira CON: sentado	50% VO <sub>2</sub> máx	40 3h pós refeição	Sessão CON conduzida no dia anterior à sessão EAI	líquido intersticial	manhã (30 min após café da manhã)	sim
Haxhi et al. (2016)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira CON: sem exercício	50 % FC de reserva	40	1 semana	líquido intersticial	tarde (40 min após almoço)	sim
Larsen et al. (1997)	ECR <i>crossover</i>	EAc: ciclismo CON: inativo na cama	50% VO <sub>2</sub> máx	45	14 a 18 dias	sangue venoso	manhã (45 min após café da manhã)	sim
Li et al. (2018)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira CON: abstenção de exercícios moderados ou pesados	40% FC de reserva	20 20	1 semana	líquido intersticial	noite (30 min após jantar)	sim
Mendes et al. (2019)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira (MICT) CON: sem exercício	50% FC de reserva	40 40	1 semana	sangue capilar	manhã (1 h após o café da manhã)	sim

**Tabela 2: continuação.**

Estudo	Desenho do estudo	Intervenções	Intensidade do exercício	Duração da sessão (min)	Washout time	Origem do material para medição da glicose	Período do dia que realizou o exercício	Padronização de dieta pré-exercício
Metcalf et al. (2018)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira (MICT)	50% do Wmax	30	5 dias	líquido intersticial	manhã (30 min após café da manhã)	sim
		CON: manutenção do sedentarismo		120				
Oberlin et al. (2014)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira e ciclismo	60% FC de reserva	60 (20 min caminhando, 20 min pedalando, 20 min caminhando)	5 a 15 dias	líquido intersticial	manhã (em jejum)	sim
		CON: sem exercício						
Rees et al. (2019)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira	5,0 km/hora e 0,5% de inclinação	50	72 h	líquido intersticial	tarde (3 a 5 h após almoço)	sim
		CON: sentado		50				
Zhang et al. (2021)	ECR <i>crossover</i>	EAc: caminhada na esteira	4~4.5 Km/h 5~6 Km/h	30	3 dias	sangue capilar	manhã (2h após café da manhã)	sim
		EAc: jogging		20				
		CON: sentado		NR				

Dados expressos exatamente como descrito por cada estudo. Abreviações: ECR: ensaio clínico randomizado; EC: ensaio clínico não randomizado; EAc: exercício aeróbio contínuo; CON: controle; VO<sub>2</sub>máx: consumo máximo de oxigênio; LT: limiar de lactato; FC – frequência cardíaca; FCmax: Frequência cardíaca máxima; Wmax: capacidade máxima de carga de trabalho; Kcal: quilocaloria; HIIE: high-intensity interval exercise; MICE: moderate-intensity continuous exercise; HIIT: high-intensity interval training; MICT: moderate-intensity continuous training; REHIT: reduced-exertion high-intensity interval training; min: minutos; h: horas; NA: não se aplica; NR: não reportado.



**Tabela 3:** Características das intervenções de EAi vs controle dos estudos incluídos.

Estudo	Desenho do estudo	Intervenções	Intensidade do exercício	Duração da sessão (min)	Washout time	Origem do material para medição da glicose	Período do dia que realizou o exercício	Padronização de dieta pré-exercício
Cui et al. (2021)	ECR <i>crossover</i>	EAi: ciclismo (HIIE) CON: sentado	90% VO <sub>2</sub> máx intercalado com 30% VO <sub>2</sub> máx	30	10 dias	sangue venoso	manhã (1h após café da manhã)	sim
Gillen et al. (2012)	EC <i>crossover</i>	EAi: ciclismo 10×60 seg intercalado com 60 seg de descanso CON: sem exercício	89 ± 16% Wmax	~25 min 24h	1 semana	líquido intersticial	manhã (1h 30min após café da manhã)	sim
Godkin et al. (2018)	EC <i>crossover</i>	EAi: subida e descida em um lance de escadas (3 × 1 min) CON: sem exercício	Subir a um ritmo desafiador e descer em um ritmo confortável	10	72 h	líquido intersticial	NR	sim
Jakobsen et al. (2016)	EC <i>crossover</i>	EAi: ciclos repetidos de 3 min de caminhada lenta e 3 min de caminhada rápida EAi: ciclos repetidos de 1 min de caminhada lenta e 1 min de caminhada rápida CON: sentado	54% VO <sub>2</sub> pico 89% VO <sub>2</sub> pico	60 60 60	1 semana	sangue venoso	manhã (em jejum)	não

Tabela 3: continuação.

Estudo	Desenho do estudo	Intervenções	Intensidade do exercício	Duração da sessão (min)	Washout time	Origem do material para medição da glicose	Período do dia que realizou o exercício	Padronização de dieta pré-exercício
Larsen et al. (1999)	ECR <i>crossover</i>	EAI: 4 estímulos intermitente  CON: sem exercício	3 min a 50% VO <sub>2</sub> máx, seguido de 4 min a 100% VO <sub>2</sub> máx	46  NR	14 dias	sangue venoso	manhã (45 min após café da manhã)	sim
Mendes et al. (2019)	ECR <i>crossover</i>	EAI: caminhada na esteira (HIIT)  CON: sem exercício	3 min a 70% FC de reserva intercalado com 3 min a 30% FC de reserva	40 40	1 semana	sangue capilar	manhã (1h após o café da manhã)	sim
Metcalfe et al. (2018)	ECR <i>crossover</i>	EAI: 10 min de pedalada intercalada com dois sprints 'all-out' contra resistência de 5% da massa corporal (REHIT)  EAI: ciclismo 10x 60 seg intercalado com 60 seg de recuperação (HIIT)  CON: manutenção do sedentarismo	maior cadência possível contra a resistência por 20 min  85% Wmax	10  20  120	5 dias	líquido intersticial	manhã (30 min após café da manhã)	sim

Dados expressos exatamente como descrito por cada estudo. Abreviações: ECR: ensaio clínico randomizado; EC: ensaio clínico não randomizado; EAI: exercício aeróbico intervalado; CON: controle; VO<sub>2</sub>máx: consumo máximo de oxigênio; VO<sub>2</sub>pico: maior taxa de consumo de oxigênio durante exercício; FC: frequência cardíaca; Wmax: capacidade máxima de carga de trabalho; HIIE: high-intensity interval exercise; MICE: moderate-intensity continuous exercise; HIIT: high-intensity interval training; MICT: moderate-intensity continuous training; REHIT: reduced-exertion high-intensity interval training; seg: segundos; NA: não se aplica; NR: não reportado.

**Tabela 4:** Características das intervenções de ER vs controle dos estudos incluídos.

Estudo	Desenho do estudo	Intervenções	Intensidade do exercício	Duração da sessão (min)	Washout time	Origem do material para medição da glicose	Período do dia que realizou o exercício	Padronização de dieta pré-exercício
Bellini et al. (2021)	ECR <i>crossover</i>	RE: 3x1 rep para cada um dos 5 exercícios CON: sentado	30 seg de exercício seguido de 30 seg de descanso passivo	15 180	1 semana	sangue capilar	manhã (30 min após café da manhã)	sim
Cruz et al. (2019)	ECR <i>crossover</i>	ER: 3x1 rep para cada um dos 7 exercícios ER: 3x1 rep para cada um dos 7 exercícios CON: sentado	80% 1 RM 40% 1 RM	40 40	1 semana	líquido intersticial	manhã (1h após café da manhã)	sim
Heden et al. (2015)	ECR <i>crossover</i>	ER: 3x10 RM CON: sem exercício	1 série: 50% de 10RM; as 2 últimas series de 10 a 40% do peso corporal	NR	1 semana	sangue venoso	noite (45min após jantar)	sim
Heden et al. (2018)	ECR <i>crossover</i>	ER: 3 x 10 RM. CON: sem exercício	1 série: 50% de 10RM; as últimas 2 series 100% 10RM	45 a 47	1 semana	líquido intersticial	noite (45 min após jantar)	sim

Dados expressos exatamente como descrito por cada estudo. Abreviações: ECR: ensaio clínico randomizado; ER: exercício resistido; CON: controle; RM: repetição máxima; rep: repetições; seg: segundos; NA: não se aplica; NR: não reportado.

**Tabela 5:** Média (DP) da glicose em mmol/L nos momentos pré e até 24 horas pós intervenção de EAc vs controle dos estudos não incluídos na metanálise.

VALORES DA GLICOSE EXERCÍCIO AERÓBIO CONTÍNUO E CONTROLE									
ESTUDOS	Pré sessão	Primeiro minuto pós sessão	15 minutos pós sessão	20 minutos pós sessão	45 minutos pós sessão	50 minutos pós sessão	80 minutos pós sessão	110 minutos pós sessão	Média de 24h pós sessão
Asano et al. (2017)*	EAc 80%: 6,23 (7,67) EAc 120%: 5,8 (6,82) CON: 5,26 (8,0)	NA	EAc 80%: 6,25 (7,69)* EAc 120%: 5,82 (6,83)* CON: 5,29 (7,99)	NA	EAc 80%: 4,63 (5,38)* EAc 120%: 3,54 (3,74)* CON: 4,96 (7,26)	NA	NA	NA	NA
van Dijk et al. (2012)*	EAc: 5,50 (6,10) CON: 5,60 (6,20)	EAc: 5,90 (6,6)* CON: 11,65 (12,70)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Van Dijk et al. (2013)*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	ER: 5,2 (6,0)* CON: 6,95 (7,8)
Erickson et al. (2017)*	EAc: 7,80 (6,20) CON: 11,1 (14,0)	EAc: 9,75 (7,15)* CON: 13,8 (16,6)	NA	EAc: 11,0 (7,65)* CON: 13,7 (16,7)	NA	EAc: 11,65 (7,40) CON: 12,9 (16,4)	EAc: 11,75 (7,45) CON: 12,1 (16,45)	EAc: 10,65 (6,45) CON: 11,5 (15,75)	NA
Haxhi et al. (2016)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	AEC: 7,2 (0,5) CON: 7,29 (1,15)
Metcalfe et al. (2018)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	EAc: 7,74 (1,10) CON: 8,11 (1,05)
Oberlin et al. (2014)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	AEC: 5,98 ± (1,47) CON: 6,62 ± (2,19)

Dados apresentados em média e desvio padrão. EAc: exercício aeróbico contínuo; CON: controle; NA: não avaliado; (\*) redução significativa da glicose após a sessão de exercício comparado ao controle.

**Tabela 6:** Média (DP) da glicose em mmol/L nos momentos pré e até 24 horas pós intervenção de EAi vs controle dos estudos não incluídos na metanálise.

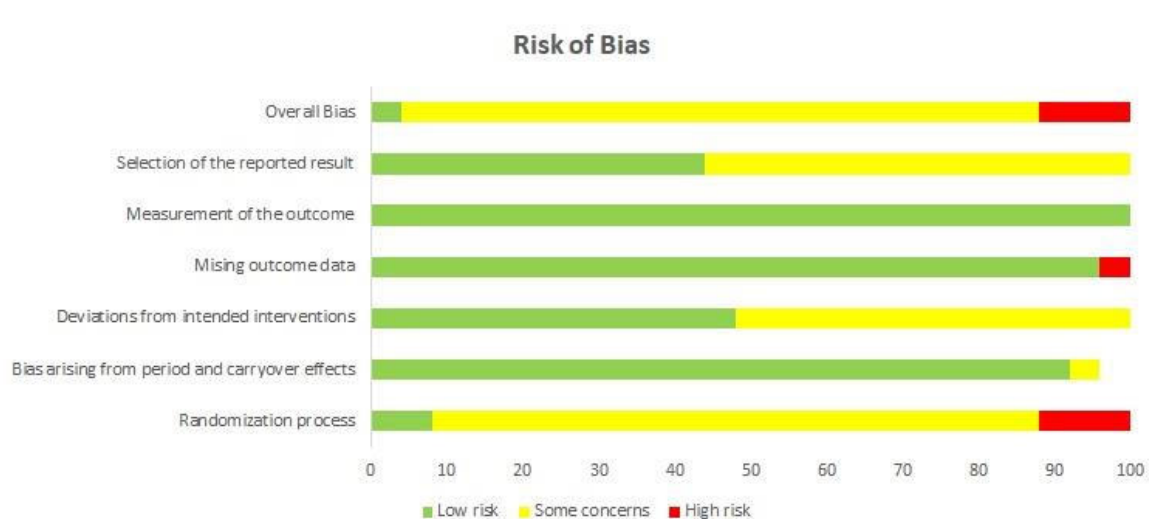
VALORES DA GLICOSE EXERCÍCIO AERÓBIO INTERVALADO E CONTROLE							
ESTUDOS	Pré sessão	Primeiro minuto pós sessão	20 minutos pós sessão	50 minutos pós sessão	80 minutos pós sessão	110 minutos pós sessão	Média de 24h pós sessão
Godkin et al. (2018)	EAi: 11,3 (2,6)	EAi: 8,6 (2,3)*	NA	NA	NA	NA	NA
	CON: 7,56 (1,29)	CON: 7,79 (0,63)					
Gillen et al. (2012)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	EAi: 7,2 (1,2)
							CON: 7,8 (1,1)
Jakobsen et al. (2016)	EAi 1 min: 8,2 (1,49)	EAi 1 min: 7,6 (1,59)	NA	NA	NA	NA	NA
	EAi 3 min: 8,0 (1,39)	EAi 3 min: 7,2 (1,32)					
	CON: 8,2 (1,85)	CON: 7,9 (1,79)					
Metcalfe et al. (2018)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	EAi (HIIT): 7,74 (0,59)
							EAi (REHIT): 7,53 (0,87)
							CON: 8.11 (1.05)

Dados apresentados em média e desvio padrão. EAi: exercício aeróbico intervalado; CON: controle; HIIT: high-intensity interval training; REHIT: reduced-exertion high-intensity interval training; NA: não avaliado; (\*) redução significativa da glicose após a sessão de exercício comparado ao controle.

Apesar da maioria dos estudos incluídos nesta revisão sistemática serem ECRs, o método de randomização e a ocultação da sequência de alocação não foram claramente reportados. Somente cinco deles relataram os métodos utilizados na ordem de randomização. Metcalfe et al. (2018) e Cui et al. (2021), utilizaram o método do envelope, Rees et al. (2019), reportaram randomização estratificada por sexo e completada em blocos de quatro, seis ou oito participantes usando um gerador *on-line*. Zhang et al. (2021) utilizou números aleatórios gerados pelo *software* IBM SPSS 20.0, enquanto que no estudo paralelo de Alizadeh et al. (2016), os pacientes eram aleatoriamente distribuídos em grupos experimental e controle, completando 10 pessoas em cada grupo. Apenas o estudo de Rees et al. (2019), reportou que houve ocultação da sequência de alocação.

O risco de viés foi classificado como “algum risco” na maioria dos estudos. A figura 2 ilustra o resultado da análise do risco de viés apresentado em porcentagem para todos os estudos incluídos (painel A), e apresentado individualmente para cada estudo incluído (painel B).

A



B

<u>Study</u>	<u>D1</u>	<u>DS</u>	<u>D2</u>	<u>D3</u>	<u>D4</u>	<u>D5</u>	<u>Overall</u>
Cruz et al, 2019	!	+	+	+	+	+	!
Metcalfe et al, 2018	!	+	+	+	+	+	!
Godkin et al, 2018	-	+	!	-	+	!	-
Heden et al, 2018	!	+	!	+	+	+	!
Asano et al, 2017	!	+	!	+	+	!	!
Haxhi et al, 2016	!	+	+	+	+	!	!
Colberg et al, 2014	!	+	!	+	+	!	!
Oberlin et al, 2014	!	+	+	+	+	!	!
Colberg et al, 2009	!	+	!	+	+	!	!
Cui et al, 2021	!	+	+	+	+	!	!
Bellini et al, 2021	!	+	+	+	+	!	!
Rees et al, 2019	+	+	+	+	+	+	+
Mendes et al, 2019	!	+	+	+	+	+	!
Li et al, 2018	!	+	+	+	+	+	!
Erickson et al, 2017	-	+	!	+	+	!	-
Jakobsen et al, 2016	-	+	!	+	+	+	-
Heden et al, 2015	!	+	!	+	+	+	!
Dijk et al, 2013	!	+	+	+	+	+	!
Dijk et al, 2012	!	+	+	+	+	+	!
Gillen et al, 2012	!	+	!	+	+	!	!
Larsen1 et al, 1999	!	+	!	+	+	!	!
Larsen1 et al, 1997	!	+	!	+	+	!	!
Dijk et al, 2013	!	+	+	+	+	+	!
Zhang et al, 2021	+	!	!	+	+	!	!
Alizadeh et al, 2016	!	+	!	+	+	!	!

**Figura 2. Painel A:** Gráfico em porcentagem do risco de viés dos estudos incluídos. **Painel B:** Gráfico individual do risco de viés. D1: viés decorrente do processo de randomização; DS: viés de efeitos de período e de transição; D2: viés devido ao desvio da intervenção pretendida; D3: viés de falta de dados nos resultados; D4: viés devido as medições dos resultados e D5: viés decorrente ao relato de desfecho seletivo.

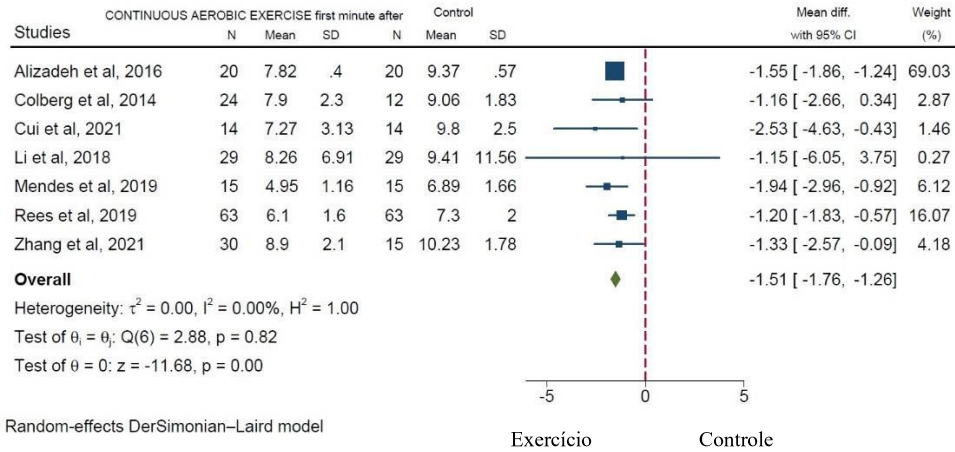
A figura 3 apresenta os gráficos de floresta para as sessões de EAc vs controle em diferentes momentos pós exercício. Foi observada diferença estatisticamente significativa no primeiro minuto após a sessão (painel A), com diminuição da glicose em 1,51 mmol/L, [-1,76, -1,26];  $P < 0,001$ ), este valor da glicose equivale à 27,2 mg/dL. Dez minutos após a sessão (painel B) o exercício promoveu redução significativa da glicose em 1,66 mmol/L, [-2,56, -0,76];  $P < 0,001$  comparado ao controle, ou seja houve redução de 29,9 mg/dL. Os estudos avaliados apresentaram baixa heterogeneidade,  $I^2 = 0,00\%$ , em ambos momentos. Houve diminuição da glicose em -0,50 mmol/L no momento 30 minutos [-1,21, 0,22];  $P = 0,17$  e redução de -0,46 mmol/L na glicose 60 minutos após a sessão [-2,21, 1,30];  $P = 0,61$  (painéis C e D), no entanto a diferença não foi estatisticamente significativa. Os estudos avaliados apresentaram baixa e moderada heterogeneidade,  $I^2 = 0,00\%$ ,  $I^2 = 49,37$ , respectivamente. No momento 24h após a sessão houve diminuição de -1,03 mmol/L, [-8,47, 6,42];  $P = 0,79$ ,  $I^2 = 0,00\%$ , não sendo observada diferença estatisticamente significativa.

Quando comparados o EAI vs controle (figura 4), foi observado diferença estatisticamente significativa no primeiro minuto pós sessão com diminuição da glicose em 2,65 mmol/L [-3,51, -1,80];  $P > 0,001$ , com diminuição do valor da glicose em 47,56 mg/dL e 30 minutos pós sessão com redução de 1,14 mmol/L [-1,92, -0,36];  $P > 0,001$ , ou seja, 20,54 mg/dL, quando comparado ao controle. Os estudos avaliados nestes momentos apresentaram baixa heterogeneidade ( $I^2 = 0,00\%$ ).

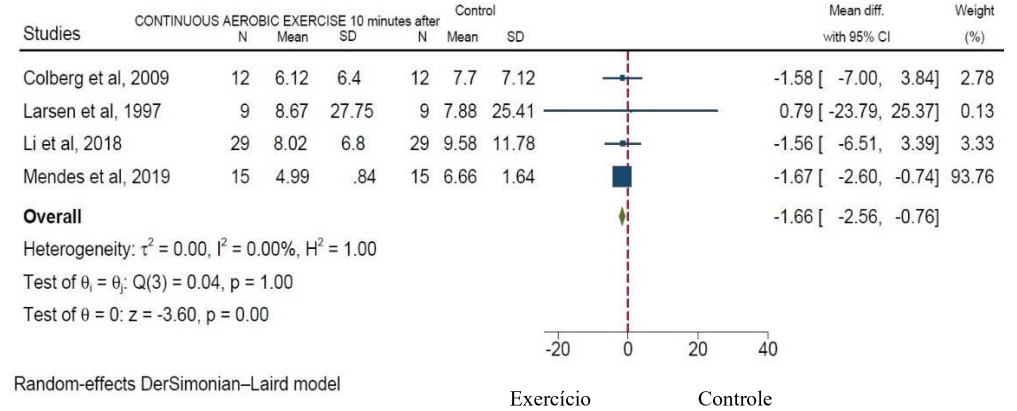
Já o ER vs controle não promoveu redução significativa da glicose após a sessão (figura 5), a glicemia foi avaliada no primeiro minuto após a sessão (-1,03 mmol/L [-2,24, 0,18];  $P = 0,09$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 30 minutos (-0,22 [-1,55, 1,10];  $P = 0,74$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 60 minutos (0,36 [-1,14, 1,87];  $P = 0,63$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ), 90 minutos (1,55 [-0,20, 3,30];  $P = 0,08$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ) e 120 minutos (0,54 [-1,21, 2,30];  $P = 0,54$ ,  $I^2 = 0,00\%$ ).



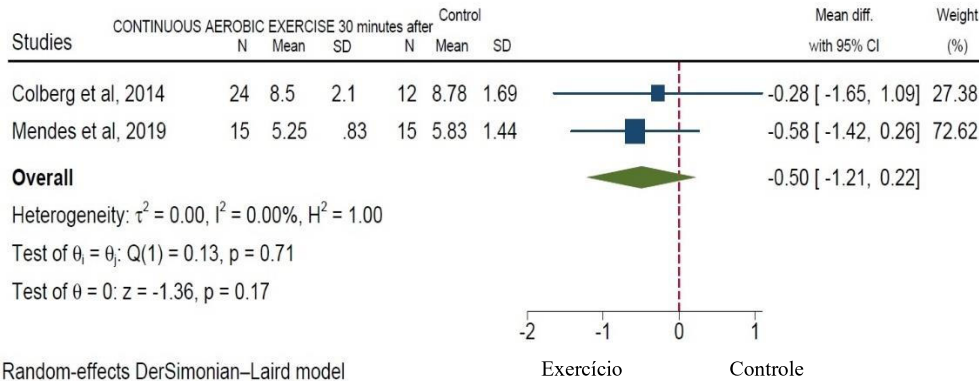
**A**



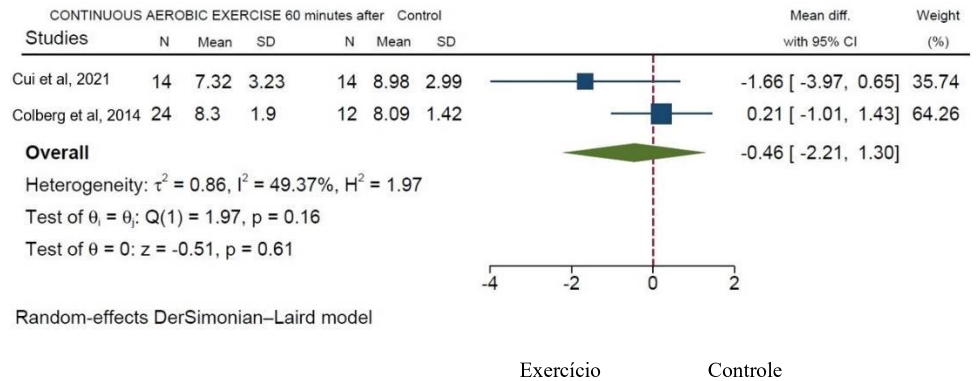
**B**

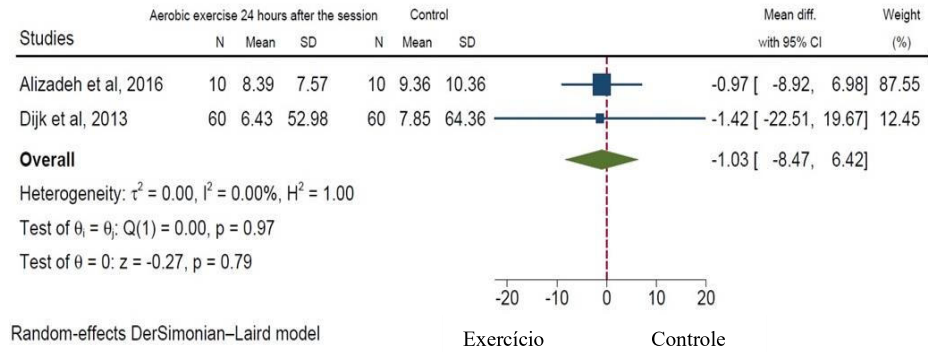


**C**



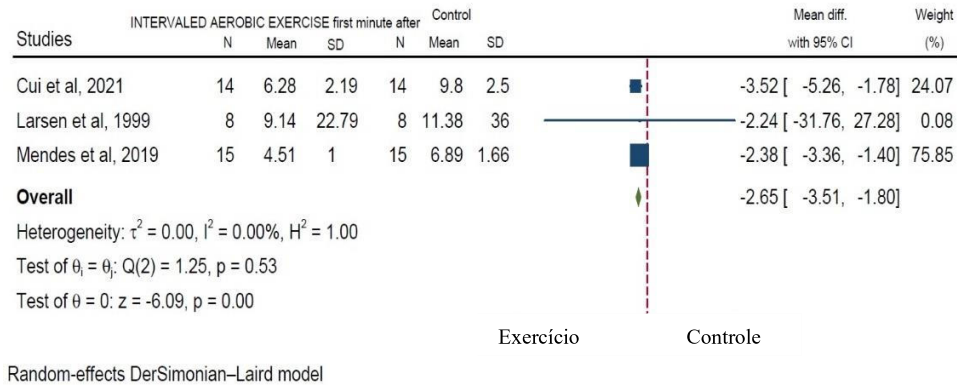
**D**



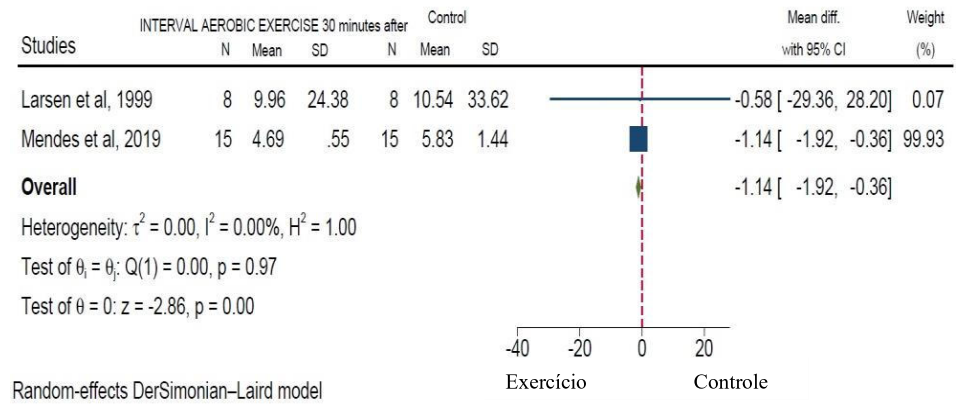
**E**

**Figura 3:** Gráfico de floresta para a sessão de EAc vs controle em diferentes momentos de medida da glicemia pós sessão. **Painel A:** Primeiro minuto pós sessão; **Painel B:** 10 minutos pós sessão; **Painel C:** 30 minutos pós sessão; **Painel D:** 60 minutos pós sessão; **Painel E:** 24 horas pós sessão.

**A**

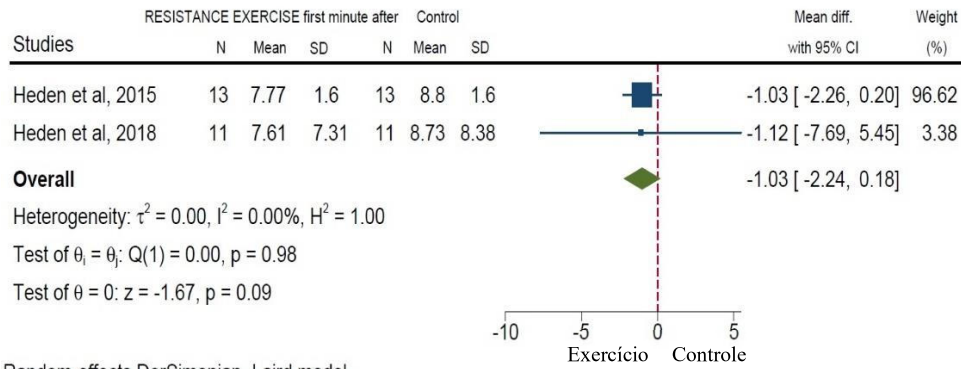


**B**



**Figura 4:** Gráfico de floresta para a sessão de EAi vs controle em diferentes momentos de medida da glicemia pós sessão. **Painel A:** Primeiro minuto pós sessão; **Painel B:** 30 minutos pós sessão.

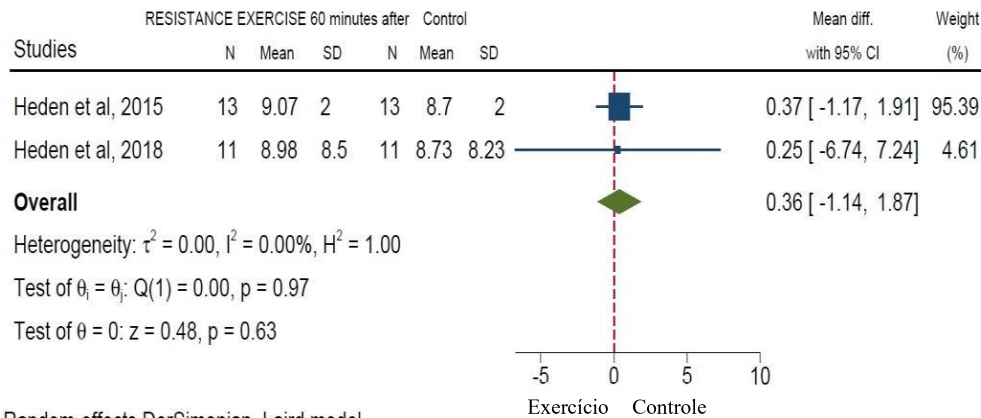
**A**



**Overall**  
 Heterogeneity:  $\tau^2 = 0.00$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ,  $H^2 = 1.00$   
 Test of  $\theta_1 = \theta_2$ :  $Q(1) = 0.00$ ,  $p = 0.98$   
 Test of  $\theta = 0$ :  $z = -1.67$ ,  $p = 0.09$

Random-effects DerSimonian–Laird model

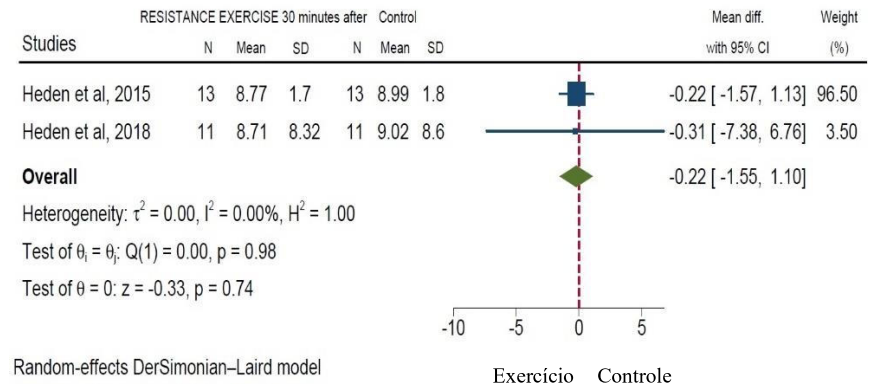
**C**



**Overall**  
 Heterogeneity:  $\tau^2 = 0.00$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ,  $H^2 = 1.00$   
 Test of  $\theta_1 = \theta_2$ :  $Q(1) = 0.00$ ,  $p = 0.97$   
 Test of  $\theta = 0$ :  $z = 0.48$ ,  $p = 0.63$

Random-effects DerSimonian–Laird model

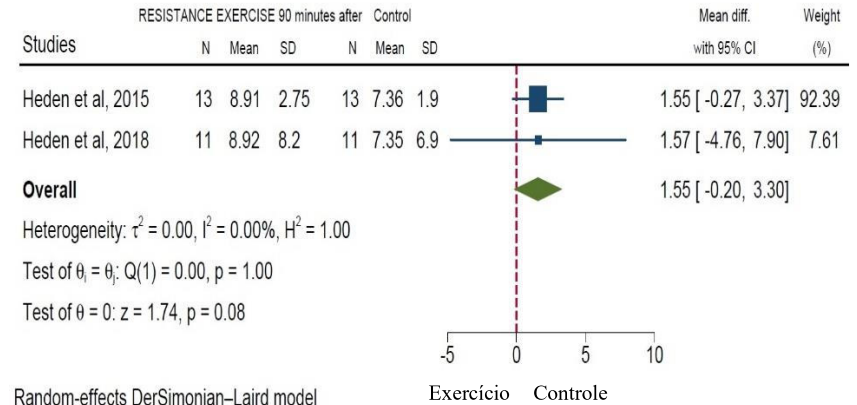
**B**



**Overall**  
 Heterogeneity:  $\tau^2 = 0.00$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ,  $H^2 = 1.00$   
 Test of  $\theta_1 = \theta_2$ :  $Q(1) = 0.00$ ,  $p = 0.98$   
 Test of  $\theta = 0$ :  $z = -0.33$ ,  $p = 0.74$

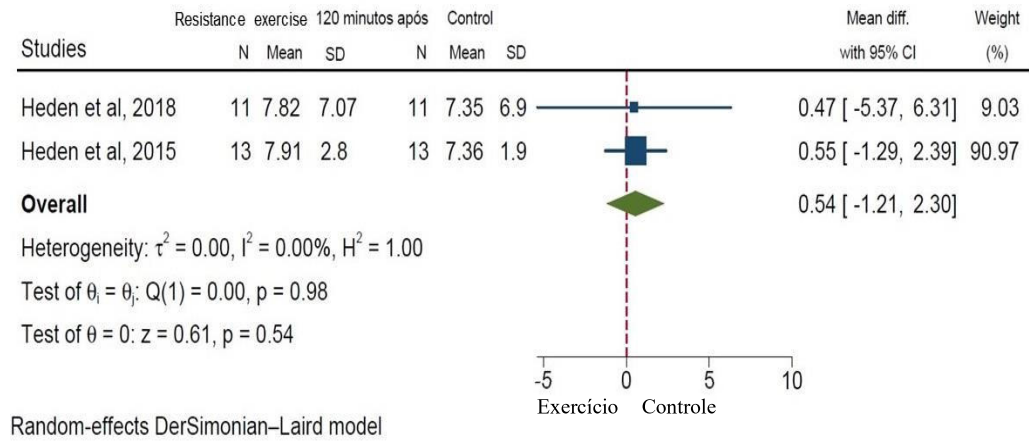
Random-effects DerSimonian–Laird model

**D**



**Overall**  
 Heterogeneity:  $\tau^2 = 0.00$ ,  $I^2 = 0.00\%$ ,  $H^2 = 1.00$   
 Test of  $\theta_1 = \theta_2$ :  $Q(1) = 0.00$ ,  $p = 1.00$   
 Test of  $\theta = 0$ :  $z = 1.74$ ,  $p = 0.08$

Random-effects DerSimonian–Laird model

**E**

**Figura 5:** Gráfico de floresta para a sessão de ER vs controle em diferentes momentos de medida da glicemia pós sessão. **Painel A:** Primeiro minuto pós a sessão; **Painel B:** 30 minutos pós a sessão; **Painel C:** 60 minutos pós a sessão; **Painel D:** 90 minutos pós a sessão; **Painel E:** 120 minutos pós a sessão.

Na tabela a seguir é apresentado o resumo sobre os achados dos estudos que apresentaram intervenções e momento de avaliação do desfecho semelhantes e foram agrupados realizando técnicas de metanálise.

**Tabela 7:** Resumo dos achados da metanálise

<b>Desfecho: Glicose</b>				
<b>Momentos após a sessão</b>	<b>k</b>	<b>N</b>	<b>Efeito 95% (IC)</b>	<b>Direção do efeito comparado ao controle</b>
EAc: primeiro minuto pós sessão	7	182	-1,51 (-1,76, -1,26)	↓
EAc: 10 min pós sessão	4	65	-1,66 (-2,56, -0,76)	↓
EAc: 30 min pós sessão	2	27	-0,50 (-1,21, 0,22)	↔
EAc: 60 min pós sessão	2	25	-0,46 (-2,21, 0,30)	↔
EAc: 24h pós	2	70	-1,03 (-8,47, 6,42)	↔
EAI: primeiro minuto pós sessão	3	36	-2,65 (-3,50, -1,80)	↓
EAc: 30 min pós sessão	2	23	-1,14 (-1,92, -0,36)	↓
ER: primeiro minuto pós sessão	2	24	-1,03 (-2,24, 0,18)	↔
ER: 30 min pós sessão	2	24	-0,22 (-1,55, 1,10)	↔
ER: 60 min pós sessão	2	24	0,36 (-1,14, 1,87)	↔
ER: 90 min pós sessão	2	24	1,55 (-0,20, 3,30)	↔
ER: 120 min pós sessão	2	24	0,54 (-1,21, 2,30)	↔

k: número de estudos; n: número de indivíduos; ↔ sem efeito significativo; ↓ redução significativa da glicose.



## DISCUSSÃO

Este estudo sintetizou a evidência científica em relação aos efeitos de uma única sessão de EAc ou EAi e/ou ER sobre a glicemia pós exercício em pessoas com DM2.

Foi observada redução significativa da glicemia no primeiro minuto após única sessão de EAc ou EAi que perdurou por até 10 e 30 minutos, respectivamente. As reduções dos valores de glicose em aproximadamente 29 mg/dl em até dez minutos após a sessão de EAc e em aproximadamente 47 mg/dL no primeiro minuto após a sessão de EAi representam um papel fundamental no manejo do DM2 e na prevenção das complicações do DM uma vez que níveis mais baixos de glicose no sangue propiciam melhora de marcadores metabólicos, inflamatórios e lipídicos em adultos com DM, sendo o exercício capaz de proporcionar benefícios significativos como melhora da sensibilidade à insulina, captação de glicose pelo músculo e, consequentemente, redução dos níveis glicêmicos (PAIN et al, 2018).

Apesar do EA ser tradicionalmente o tipo de exercício indicado para o manejo do DM2 (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2004), estudos recentes têm destacado a contribuição do ER para este fim (JANSSON et al, 2022, GALMES-PANADES et al, 2022). No presente estudo foi observado que uma única sessão de ER não promoveu redução significativa da glicemia, diferentemente do EA. Vale lembrar que os estudos com intervenção de ER incluídos na metanálise foram aplicados em intensidades de moderada a alta e sabe-se que quanto mais intenso for o exercício maior quantidade de carboidrato será metabolizada (ASANO et al, 2014). Foi detectado um número pequeno de pacientes avaliados (24) e de estudos que avaliaram a glicemia pós sessão de ER (4), sendo que um deles não foi analisado devido à falta de acesso aos dados. Além disso, foi observado heterogeneidade entre os estudos avaliados como a utilização de diferentes instrumentos para medição da glicemia e variação no momento de início do exercício físico após o desjejum.

O estudo de Liu e colaboradores (2019) evidenciou forte associação entre a intensidade do ER e o manejo eficaz de A1c e da insulina em pacientes com DM2, sendo que estes efeitos benéficos foram alcançados sem redução significativa da glicemia. Apesar do efeito agudo do ER sobre a glicemia ainda precisar ser melhor investigado, os achados do presente estudo corroboram os achados de Liu e colaboradores (2019).

Vale destacar ainda que, apesar do ER não promover diminuição significativa dos níveis de glicose em resposta a única sessão, a prática regular de ER em pessoas com diabetes pode amenizar alguns dos prejuízos causados por esta condição de saúde como fraqueza muscular, diminuição da massa magra e da atividade da enzima glicogênio sintase, que precede a resistência



insulínica, intolerância à glicose e altos índices de A1c (JANSSON et al, 2022). Paralelamente, este tipo de exercício é capaz de melhorar o perfil lipídico, pressão sanguínea, sensibilidade insulínica, reduzir as taxas de mortalidade por doença cardiovascular e indicadores de progressão da doença devido aos efeitos acumulativos de cada sessão realizada (PAIN et al, 2018).

As Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes recomendam que pessoas com diabetes não permaneçam mais que dois dias consecutivos sem praticar algum tipo de exercício físico. Da mesma forma, o American College of Sports Medicine e o American Diabetes Association recomendam realização de exercícios físicos pelo menos a cada 48 horas visando a diminuição da resistência à insulina e a melhora dos níveis glicêmicos. A implicação clínica dessa recomendação seria que neste período de tempo o efeito sensibilizador da insulina não é perdido, ou seja, diminuiria a possível hiperglicemia e a necessidade de ajuste de medicação nesse período pós esforço (WAY et al, 2016). Tais recomendações corroboram com os achados do presente estudo, em que os efeitos dos EAc e EAI não ultrapassam 24 horas pós exercício, ou seja, após este período o indivíduo perde o efeito anti-hiperglicemiante do exercício.

Outro aspecto que merece destaque é que todos os estudos avaliados nesta metanálise foram realizados com exercícios físicos estruturados e supervisionados, destacando a importância de se realizar os exercícios de forma correta a fim de evitar uma série de problemas articulares e lesões musculares, além de usufruir de vários outros benefícios. Nesse sentido, o estudo de Pain et al, 2018 evidenciou que a prática de EA e ER supervisionados apresentam maior benefício na redução da hemoglobina glicada quando comparados à prática de EA e ER não supervisionados.

Do mesmo modo, a melhor compressão dos efeitos agudos do exercício físico sobre a glicemia é fundamental para orientação do paciente sobre os cuidados após a sessão de exercício. Como apresentado no presente estudo, o risco de hipoglicemia pós exercício é menor ao realizar uma sessão de ER quando comparado ao EA, devido a redução menor nos níveis glicêmicos pós sessão de ER. Nesse contexto, indivíduos que fazem uso de insulina ou secretagogos de insulina devem ajustar a dose de insulina e/ou a ingestão de carboidratos para a realização do EA visando diminuir o risco de hipoglicemia (Zhu, 2021).

No presente estudo, para condução das metanálises, os estudos foram agrupados de acordo com a similaridade entre as características das intervenções e dos momentos em que a glicemia foi avaliada após a sessão única de exercício ou sessão controle. Apesar da rigorosa sistematização da busca realizada nas bases de dados científicas e das análises estatísticas terem revelado baixa heterogeneidade estatística entre os estudos, estes são clinicamente muito heterogêneos e isto pode influenciar na aplicabilidade clínica destes estudos.

Vale ressaltar as variáveis que apresentaram tal heterogeneidade. Em relação às variáveis da intervenção, destaca-se o intervalo de tempo entre a última refeição e o início do exercício físico dos estudos incluídos que variou de 30 minutos a 5 horas, além da presença de estudos que realizaram o exercício com os indivíduos em jejum. O exercício físico pode reduzir a hiperglicemia pós-prandial com rápida recuperação da glicose quando este é realizado menos de 60 minutos após uma refeição e que depois deste tempo cada organismo responde de forma individual (BORROR et al, 2018). Esses mesmos autores sugerem que pessoas com DM devam concentrar-se em aumentar o gasto de energia após a maior refeição do dia, considerando-se que o melhor momento para se exercitar é cerca de 30 minutos após a refeição, quando a glicose ingerida será utilizada como substrato energético, evitando a hiperglicemia pós prandial. Esta informação corrobora os achado do estudo de metanálise de Munan e colaboradores (2020), que revelou reduções significativas na glicose média de 24 horas quando a sessão de exercício físico foi realizada no estado de jejum e pela manhã, mas não à tarde.

Mesmo que a maioria dos estudos incluídos tenham padronizado a dieta durante o período de intervenções, o total de calorias ingerida se mostrou heterogênea entre os estudos, devido ao momento do dia em que o exercício físico foi realizado. Desta forma, não é razoável esperar que o exercício físico sozinho promova diminuição da glicemia pós refeição, sendo que, de forma semelhante, o tipo de dieta ingerida e o intervalo de tempo entre o início do exercício e a refeição tem influência sobre os níveis de glicose no sangue.

No que se refere às características dos participantes, houve heterogeneidade importante em relação tempo de diagnóstico do DM, com diferença de aproximadamente dez anos do diagnóstico entre os estudos. Nesta condição, pacientes recém diagnosticados foram comparados com aqueles que convivem com estágios mais avançados da doença, podendo apresentar algumas complicações ou danos em diversos órgãos e tecidos que não estão presentes no início da doença. Os participantes apresentaram diferença também no IMC, ou seja, é inadequado comparar uma pessoa eutrófica com uma pessoa que apresente obesidade ( $IMC > 30,0\text{kg/m}^2$ ), pois esta condição influencia diretamente no rendimento do indivíduo durante o exercício.

Os estudos incluídos nesta metanálise, foram avaliados como tendo certeza da evidência moderada. O item que rebaixou a evidência foi o risco de viés, uma vez que a maioria dos estudos foi julgada como “algum risco” e três estudos como “alto risco” de viés. Outra variável que pode ter aumentado o viés dos estudos incluídos é que em sua maioria eles não reportaram se houve ou não algum efeito adverso da intervenção.

Foram identificados como limitações do presente estudo a escassez de estudos com alta qualidade metodológica, o que contribuiu para uma moderada certeza da evidência.

Adicionalmente, o número reduzido de estudos que avaliaram a glicemia pós esforço para cada tipo de exercício impossibilitou a realização de análise estatística para cada momento pós EA e ER.

## **CONCLUSÃO**

Em pacientes com DM2, única sessão de EAc e EAi promove redução significativa da glicemia no primeiro minuto e esta redução permanece significativa por até dez minutos após a sessão de EAc e por até 30 minutos após sessão de EAi. O exercício físico é capaz de agir diretamente sobre os níveis de glicose com redução de aproximadamente 29 mg/dl em até dez minutos após a sessão de EAc e diminuição de aproximadamente 47 mg/dL no primeiro minuto após a sessão de EAi. E, apesar do ER não promover diminuição significativa dos níveis de glicose em resposta a uma única sessão, o treinamento resistido em pessoas com diabetes pode amenizar os aspectos negativos relacionados à doença, além de reduzir as taxas de mortalidade por doença cardiovascular e indicadores de progressão da doença devido aos efeitos cumulativos de cada sessão.

## 5.2 REFERÊNCIAS

ALIZADEH AA, RAHMANI-NIA F, MOHEBBI H, ZAKERKISH M. Acute Aerobic Exercise and Plasma Levels of Orexin A, Insulin, Glucose, and Insulin Resistance. In: **Males with Type 2 Diabetes**. Jundishapur J Health Sci. 2016; 8(1): e32217. Disponível em: <<https://brieflands.com/articles/jjhs-15047.html>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. *Standards of Medical Care in Diabetes - 2022* Abridged for Primary Care Providers. In: **Clin Diabetes 1 January 2022**; 40 (1): 10–38. Disponível em: <<https://diabetesjournals.org/clinical/article/40/1/10/139035/Standards-of-Medical-Care-in-Diabetes-2022>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. *Standards of Medical Care in Diabetes*. **Diabetes Care 1 January 2004**; 27 (suppl 1): s15–s35. Disponível em: <<https://doi.org/10.2337/diacare.27.2007.S15>>. Acesso em: 25 set. 2022.

ASANO, R. Y., SALES, M. M., BROWNE, R. A., MORAES, J. F., COELHO-JÚNIOR, H. J., MORAES, M. R., & SIMÕES, H. G. (2014). Acute effects of physical exercise in type 2 diabetes: A review. In: **World Journal of Diabetes**, 5(5), 659–665. Disponível em: <<https://www.wjnet.com/1948-9358/full/v5/i5/659.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ASANO, R. Y., BROWNE, R. A. V., SALES, M. M., ARSA, G., MORAES, J. F. V. N., COELHO-JÚNIOR, H. J., MORAES, M. R., OLIVEIRA-SILVA, I., ATLAS, S. E., LEWIS, J. E., & SIMÕES, H. G. (2017). Bradykinin, insulin, and glycemia responses to exercise performed above and below lactate threshold in individuals with type 2 diabetes. Brazilian journal of medical and biological research. In: **Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjmbr/a/6yXLPWkGHcT6mvyT78rvPgs/?lang=en>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

BELLINI, A., NICOLÒ, A., BULZOMÌ, R., BAZZUCCHI, I., & SACCHETTI, M. (2021). The Effect of Different Postprandial Exercise Types on Glucose Response to Breakfast in Individuals with Type 2 Diabetes. **Nutrients**, 13(5), 1440. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/13/5/1440>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

BORROR, A., ZIEFF, G., BATTAGLINI, C., & STONER, L. (2018). The Effects of Postprandial Exercise on Glucose Control in Individuals with Type 2 Diabetes: A Systematic Review. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, 48(6), 1479–1491. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40279-018-0864-x>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

COLBERG, S. R., et al. (2009). Postprandial Walking is Better for Lowering the Glycemic Effect of Dinner than Pre-dinner Exercise in Type 2 Diabetic Individuals. **Journal of the American Medical Directors Association**, 10(6), 394–397. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2009.03.015>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

COLBERG, S. R., GRIECO, C. R., & SOMMA, C. T. (2014). Exercise effects on postprandial glycemia, mood, and sympathovagal balance in type 2 diabetes. **Journal of the American Medical Directors Association**, 15(4), 261–266. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.11.026>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

CRUZ, L. C. D., TEIXEIRA-ARAÚJO, A. A., PASSOS ANDRADE, K. T., ROCHA, T. C. O. G., PUGA, G. M., & MOREIRA, S. R. (2019). Low-Intensity Resistance Exercise Reduces Hyperglycemia and Enhances Glucose Control Over a 24-Hour Period in Women With Type 2 Diabetes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, **33**(10), 2826–2835. Disponível em: <[https://journals.lww.com/nscajscr/Fulltext/2019/10000/Low\\_Intensity\\_Resistance\\_Exercise\\_Reduces.27.aspx](https://journals.lww.com/nscajscr/Fulltext/2019/10000/Low_Intensity_Resistance_Exercise_Reduces.27.aspx)>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CUI, X., XU, J., YANG, X., LI, L., JIA, X., YU, J., LI, N., & ZHANG, Y. (2022). Acute high intensity interval exercise is similarly effective as moderate intensity continuous exercise on plasma glucose control in type 2 diabetic men aged 30 to 50 years: a randomized controlled trial. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, **62**(9), 1246–1254. Disponível em: <<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12717-3>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**: American College of Sports Medicine; tradução Dilza Balteiro Pereira de Campos. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

BRASIL. **Diretrizes Metodológicas**: Sistema GRADE – Manual de graduação da qualidade da evidência e força de recomendação para tomada de decisão em saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Sociedade Brasileira de Diabetes**, 2022. Disponível em: <<https://diretriz.diabetes.org.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

ERICKSON, M. L., LITTLE, J. P., GAY, J. L., MCCULLY, K. K., & JENKINS, N. T. (2017). Effects of postmeal exercise on postprandial glucose excursions in people with type 2 diabetes treated with add-on hypoglycemic agents. **Diabetes Research and Clinical Practice**, **126**, 240–247. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.02.015>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

GALMES-PANADES, A.M.; BENNASAR-VENY, M.; OLIVER, P.; GARCIA-COLL, N.; CHAPLIN, A.; FRESNEDA, S.; GALLARDO-ALFARO, L.; GARCÍA-RUANO, C.; KONIECZNA, J.; LEIVA, A.; ET AL. Efficacy of Different Modalities and Frequencies of Physical Exercise on Glucose Control in People with Prediabetes (GLYCEX Randomised Trial). **Metabolites**, 2022, 1286. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/metabo12121286>>. Acesso em: 27 dez. 2022.

GILLEN, J. B., LITTLE, J. P., PUNTHAKEE, Z., TARNOPOLSKY, M. A., RIDDELL, M. C., & GIBALA, M. J. (2012). Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. **Diabetes, Obesity & Metabolism**, **14**(6), 575–577. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1463-1326.2012.01564.x>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

GODKIN, F. E., JENKINS, E. M., LITTLE, J. P., NAZARALI, Z., PERCIVAL, M. E., & GIBALA, M. J. (2018). The effect of brief intermittent stair climbing on glycemic control in people with type 2 diabetes: a pilot study. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, **43**(9), 969–972. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0135>>. Acesso em: 30 abr. 2022.

HAXHI, J., LETO, G., DI PALUMBO, A. S., SBRICCOLI, P., GUIDETTI, L., FANTINI, C., BUZZETTI, R., CAPOROSI, D., DI LUIGI, L., & SACCHETTI, M. (2016). Exercise at lunchtime: effect on glycemic control and oxidative stress in middle-aged men with type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, **116**(3), 573–582. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00421-015-3317-3>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

HEDEN, T. D., WINN, N. C., MARI, A., BOOTH, F. W., RECTOR, R. S., THYFAULT, J. P., & KANALEY, J. A. (2015). Postdinner resistance exercise improves postprandial risk factors more effectively than predinner resistance exercise in patients with type 2 diabetes. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, **118**(5), 624–634. Disponível em: <<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00917.2014>>. Acesso em: 07 mai. 2022.

HEDEN, T. D., LIU, Y., & KANALEY, J. A. (2018). A comparison of adipose tissue interstitial glucose and venous blood glucose during postprandial resistance exercise in patients with type 2 diabetes. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, **124**(4), 1054–1061. Disponível em: <<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00475.2017>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

HIGGINS JPT, THOMAS J, CHANDLER J, CUMPSTON M, LI T, PAGE MJ, WELCH VA(EDITORS). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. 2nd Edition. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2019.

HIGGINS JPT, LI T, ALTMAN D, CURTIN F, SENN S (2016). **Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (RoB 2) Additional considerations for crossover trials**. Preliminary tool version, Disponível em: < [https://www.unisa.edu.au/contentassets/72bf75606a2b4abcaf7f17404af374ad/rob2-0\\_indiv\\_crossover\\_guidance.pdf](https://www.unisa.edu.au/contentassets/72bf75606a2b4abcaf7f17404af374ad/rob2-0_indiv_crossover_guidance.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2021.

INTERNACIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. 10<sup>a</sup> ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2021.

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH RESEARCH (NIHR). **International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO)**. Disponível em: <<https://www.crd.york.ac.uk/prospero>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

JANSSON, A. K., CHAN, L. X., LUBANS, D. R., DUNCAN, M. J., & PLOTNIKOFF, R. C. (2022). Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effect of changes in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open Diabetes Research & Care**, **10**(2), e002595. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002595>>. Acesso em: 01 jan. 2023.

JAKOBSEN, I., SOLOMON, T. P., & KARSTOFT, K. (2016). The Acute Effects of Interval-Type Exercise on Glycemic Control in Type 2 Diabetes Subjects: Importance of Interval Length. A Controlled, Counterbalanced, Crossover Study. **PloS One**, **11**(10), e0163562. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163562>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

LARSEN, J. J., DELA, F., KJAER, M., & GALBO, H. (1997). The effect of moderate exercise on postprandial glucose homeostasis in NIDDM patients. **Diabetologia**, **40**(4), 447–453. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s001250050699>>. Acesso em: 17 mai. 2022.

\_\_\_\_\_. (1999). The effect of intense exercise on postprandial glucose homeostasis in Type II diabetic patients. **Diabetologia**, **42**(11), 1282–1292. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s001250051440>>. Acesso em: 18 mai. 2022.

LI, Z., HU, Y., YAN, R., LI, H., ZHANG, D., LI, F., SU, X., & MA, J. (2018). Twenty Minute Moderate-Intensity Post-Dinner Exercise Reduces the Postprandial Glucose Response in Chinese Patients with Type 2 Diabetes. **Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research**, **24**, 7170–7177. Disponível em: <<https://doi.org/10.12659/MSM.910827>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

LIU, Y., YE, W., CHEN, Q., ZHANG, Y., KUO, C. H., & KORIVI, M. (2019). Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, **16**(1), 140. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph16010140>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

MENDES, R., SOUSA, N., THEMUDO-BARATA, J. L., & REIS, V. M. (2019). High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in Middle-Aged and Older Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Crossover Trial of the Acute Effects of Treadmill Walking on Glycemic Control. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, **16**(21), 4163. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph16214163>>. Acesso em: 08 abr. 2022.

METCALFE, R. S., FITZPATRICK, B., FITZPATRICK, S., MCDERMOTT, G., BRICK, N., MCCLEAN, C., & DAVISON, G. W. (2018). Extremely short duration interval exercise improves 24-h glycaemia in men with type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, **118**(12), 2551–2562. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00421-018-3980-2>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

MUNAN M., OLIVEIRA C. L. P., MARCOTTE-CHÉNARD A., REES J. L., PRADO C. M., RIESCO E. & BOULÉ N. G. (2020). Acute and Chronic Effects of Exercise on Continuous Glucose Monitoring Outcomes in Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. **Front. Endocrinol.** **11**:495. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00495>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

OBERLIN, D. J., et al. (2014). One Bout of Exercise Alters Free-Living Postprandial Glycemia in Type 2 Diabetes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, **46**(2), 232–238. Disponível em: <<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a54d85>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

PAGE MJ, MCKENZIE JE, BOSSUYT PM, BOUTRON I, HOFFMANN TC, MULROW CD, et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **The BMJ** **2021**; 372:n71. Disponível em: <[doi: 10.1136/bmj.n71](https://doi.org/10.1136/bmj.n71)>. Acesso em: 02 jan. 2022.

PAN, B., GE, L., XUN, Y. Q., CHEN, Y. J., GAO, C. Y., HAN, X., ZUO, L. Q., SHAN, H. Q., YANG, K. H., DING, G. W., & TIAN, J. H. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. **The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, **15**(1), 72. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>>. Acesso em: 22 set. 2021.

RAYYAN – **Intelligent Systematic Review**. Qatar Foundation. Disponível em: <<https://www.rayyan.ai/>>.

REES, J. L., CHANG, C. R., FRANÇOIS, M. E., ET AL. (2019). Minimal effect of walking before dinner on glycemic responses in type 2 diabetes: outcomes from the multi-site E-PARA DiGM study. **Acta Diabetologica**, **56**(7), 755–765. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00592-019-01358-x>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

SCHÜNEMANN H. , BROŽEK J., GUYATT G., OXMAN A. Handbook for grading the quality of evidence and the strength of recommendations using the GRADE approach. **BMJ**. **332** (2013) 1089–92. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmj.332.7549.1089>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

VAN DIJK, J. W., TUMMERS, K., STEHOUWER, C. D., HARTGENS, F., & VAN LOON, L. J. (2012). Exercise Therapy in Type 2 Diabetes: is Daily Exercise Required to Optimize Glycemic Control?. **Diabetes Care**, **35**(5), 948–954. Disponível em: <<https://doi.org/10.2337/dc11-2112>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

VAN DIJK, J. W., VENEMA, M., VAN MECHELEN, W., STEHOUWER, C. D., HARTGENS, F., & VAN LOON, L. J. (2013). Effect of Moderate-Intensity Exercise versus Activities of Daily Living on 24-Hour Blood Glucose Homeostasis in Male Patients with Type 2 Diabetes. **Diabetes care**, **36**(11), 3448–3453. Disponível em: <<https://doi.org/10.2337/dc12-2620>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

VAN DIJK, J. W., MANDERS, R. J., CANFORA, E. E., MECHELEN, W. V., HARTGENS, F., STEHOUWER, C. D., & VAN LOON, L. J. (2013). Exercise and 24-h Glycemic Control: Equal Effects for All Type 2 Diabetes Patients?. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, **45**(4), 628–635. Disponível em: <<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31827ad8b4>>. Acesso em: 29 abr. 2022.

WAY, K. L., HACKETT, K. L. D. A., BAKER, K. L. D. A. M. K., JOHNSON, K. L. D. A. M. K. N. A. (2016). The Effect of Regular Exercise on Insulin Sensitivity in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Diabetes & Metabolism Journal**, **40**(4), 253–271. Disponível em: <<https://doi.org/10.4093/dmj.2016.40.4.253>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

Zhang, Q. Q., Ding, Y. J., Zhang, J. J., & Wang, L. (2021). Effects of Acute Exercise with Different Intensities on Glycemic Control in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. **Acta Endocrinologica (Bucharest, Romania: 2005)**, **17**(2), 212–218. Disponível em: <<https://doi.org/10.4183/aeb.2021.212>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Zhu X, Zhao L, Chen J, Lin C, Lv F, Hu S, Cai X, Zhang L, Ji L. (2021). The Effect of Physical Activity on Glycemic Variability in Patients With Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Front Endocrinol (Lausanne)**. **2021** Nov 17;12:767152. Disponível em: <<https://doi:10.3389/fendo.2021.767152>>. Acesso em: 30 set. 2022.



### 5.3 Material Suplementar

#### 5.3.1 APÊNDICE 1

#### Estratégia de Busca na Literatura

Base de dados	Estratégia	Total de estudos recuperados
CINAHL	(MH "Diabetes Mellitus, Type 2") AND (MH "Exercise+") AND (MH "Glucose")	49
Cochrane Library	#1 diabetes mellitus, type 2 58229 #2 diabetes mellitus, type 1 52694 #3 child 181033 #4 adolescent 139995 #5 exercise 111830 #6 glucose 71014 #7 #1 AND #5 AND #6 3272 #8 #1 NOT #2 NOT #3 NOT #4 AND #5 AND #6 564	564
EMBASE	('non insulin dependent diabetes mellitus'/exp NOT 'insulin dependent diabetes mellitus'/exp NOT 'child'/exp NOT 'adolescent'/exp OR 'diabetes mellitus, type 2') AND 'exercise'/exp AND 'glucose'/exp	2.733
Google Scholar	exercise blood OR glucose "Diabetes Mellitus Type 2"  exercise blood OR glucose "Type II Diabetes"  exercise blood OR glucose "Type 2 Diabetes"  exercise blood OR glucose "NIDDM"  exercise blood OR glucose "T2DM"  exercise blood OR glucose "T2D"  exercise blood OR glucose "Non Insulin Dependent Diabetes"	318

---

 exercise blood OR glucose "Noninsulin Dependent Diabetes"
 

---

LILACS	Diabetes Mellitus, Type 2 [Words] and exercise [Words] and glucose [Words]	135
MEDLINE/Ovid	<p>Ovid MEDLINE(R) &lt;1946 to February 16, 2022&gt;</p> <p>1 exp Diabetes Mellitus, Type 2/ 152707</p> <p>2 exp Exercise/ 226014</p> <p>3 exp Glucose/ 321075</p> <p>4 1 and 2 and 3 1307</p> <p>5 limit 4 to "humans only (removes records about animals)"</p> <p>1254</p>	1.254
SciELO	(*diabetes mellitus type 2) AND (exercise) AND (glucose)	36
SPORTDiscus	diabetes mellitus, type 2 AND exercise AND glucose	125
Web of Science	AB=(Diabetes Mellitus, Type 2) AND AB=(exercise) AND AB=(glucose)	1.023

---

### 5.3.2 Motivos para não inclusão de estudos na metanálise

Estudos	Justificativa
Metcalfé et al. (2018), van Dijk et al. (2012), van Dijk et al. (2013), Haxhi et al. (2016)	consideraram os valores de glicose medidos também durante a intervenção e não apenas após a intervenção
Oberlin et al. (2014)	os participantes realizaram a intervenção em estado de jejum e nos demais estudos as intervenções foram realizadas após alguma refeição (café da manhã, almoço ou jantar)
Asano et al. (2017)	único estudo que avaliou a glicose 15 minutos e 45 minutos pós intervenção
Erickson et al. (2017), Gillen et al. (2012), Godkin et al. (2018), Jakobsen et al. (2016)	trata-se de nECR
Bellini. (2021)	não foi possível extrair os dados numéricos do gráfico através da ferramenta WebPlotDigitizer e não houve retorno no contato por <i>e-mail</i> , realizado com o autor correspondente
Cruz et al. (2019)	único estudo com intervenção de ER que avaliou a média da glicose de 24 horas

## 6 REFERENCIAS

ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**: American College of Sports Medicine; tradução Dilza Balteiro Pereira de Campos. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. *Standards of Medical Care in Diabetes - 2022* Abridged for Primary Care Providers. In: *Clin Diabetes* **1 January 2022**; 40 (1): 10–38. Disponível em: <<https://diabetesjournals.org/clinical/article/40/1/10/139035/Standards-of-Medical-Care-in-Diabetes-2022>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BIDDLE, S.J., BATTERHAM, A.M. (2015). High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head?. *Int J Behav Nutr Phys Act* **12**, 95. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12966-015-0254-9>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

CLASSIFICATION OF DIABETES MELLITUS (2019). **Geneva: World Health Organization**. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/325182>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Sociedade Brasileira de Diabetes**, 2022. Disponível em: <<https://diretriz.diabetes.org.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

EGGER M, DAVEY SMITH G, SCHNEIDER M, MINDER C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*. **1997**; 315: 629-634. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

INTERNACIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. 10<sup>a</sup> ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2021.

MUNAN M., OLIVEIRA C. L. P., MARCOTTE-CHÉNARD A., REES J. L., PRADO C. M., RIESCO E. & BOULÉ N. G. (2020). Acute and Chronic Effects of Exercise on Continuous Glucose Monitoring Outcomes in Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. *Front. Endocrinol*. **11**:495. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00495>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

KUMAR A. S., *et al.* (2018). Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Annal of Physical Rehabilitation Medicine*. **62**(2):98-103. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.11.001>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2019**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2019. Brasília – DF; 2020 .137p. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/vigitel/vigitel-brasil-2021-estimativas-sobre-frequencia-e-distribuicao-sociodemografica-de-fatores-de-risco-e-protecao-para-doencas-cronicas/#:~:text=Vigitel%20Brasil%202021%20%3A%20vigil%C3%A2ncia%20de,em%202021%20%2F%20Minist%C3%A9rio%20da%20Sa%C3%BAde%2C>>.

## 7 ANEXO I

## Protocolo Registrado no PROSPERO

**NIHR** | National Institute  
for Health Research

**PROSPERO**  
International prospective register of systematic reviews

### Acute effects of aerobic and resistance exercise on blood glucose in individuals with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis

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

### Citation

Josiane Aparecida de Almeida, Ana Paula Delgado Bomtempo Batalha, Carolina Vargas de Oliveira Santos, Tamiris Schaeffer Fontoura, Mateus Camatori Laterza, Lilian Pinto da Silva. Acute effects of aerobic and resistance exercise on blood glucose in individuals with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. PROSPERO 2022 CRD42022289985 Available from: [https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display\\_record.php?ID=CRD42022289985](https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42022289985)

### Review question

1. What are the acute effects of isolated structured aerobic exercise and/or isolated structured resistance exercise on blood glucose in individuals with type 2 diabetes?
2. What are the acute effects of isolated structured aerobic exercise and/or isolated structured resistance exercise on blood glucose in individuals with type 2 diabetes insulin-treated and non-insulin-treated?

### Searches

We will search for the relevant articles on the electronic database: Cumulative Index of Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), Cochrane Library, Excerpta Medica database (EMBASE), Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online/ US National Library of Medicine (MEDLINE/ PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scientific Electronic Library Online (SciELO), SPORTDiscus, Web of Science from inception to December 2021. In addition, we will search for qualified articles in gray literature, like Google Scholar, and reference lists of articles identified in the database search. The search will be restricted to humans, randomized clinical trials, non-randomized controlled trials, and quasi-randomized trials. There will be no limit to the publication date and language of the studies.

### Types of study to be included

Randomized controlled trials (RCTs), non-randomized controlled trials, and quasi-randomized trials that measured the effects of a single session of aerobic exercise and/or resistance exercise on blood glucose in individuals with type 2 diabetes. The quasi-randomized controlled trials include controlled studies with a comparison group and uncontrolled studies with 'before and after' study designs. The RCTs or controlled studies with a comparison group include parallel or crossover designs. In studies with crossover designs, will be considered the minimum washout time of 72h (doi: 10.4093/dmj.2016.40.4.253; doi: 10.1249/MSS.0b013e3181eeb61c).

### Condition or domain being studied

Blood glucose levels measured before and immediately after a single and isolated structured aerobic exercise or resistance exercise session in individuals with type 2 diabetes insulin-treated and/or non-insulin-treated.



### Participants/population

**Inclusion:** Studies that (1) included individuals diagnosed with type 2 diabetes in the study sample exclusively; (2) evaluated individuals aged 18 years or older, male and/or female; (3) assessed blood glucose as the primary outcome in response to a single session of aerobic or resistance exercise; (4) measured the blood glucose before and immediately after the exercise session and/or control session; (5) investigated a single aerobic or resistance exercise session as an isolated intervention that meets the definition of aerobic or resistance exercise as described in the following section.

**Exclusion:** Studies that (1) included individuals with type 1 diabetes or gestational diabetes in the study sample; (2) compared individuals with type 2 diabetes to individuals without diabetes; (3) considered physical or functional assessment tests as an aerobic or resistance exercise session; (4) investigated an exercise intervention that did not meet the definition of aerobic or resistance exercise as described in the following section; (5) investigated aerobic compared to resistance exercise session; (6) investigated a combined aerobic and resistance exercise in the same session as the intervention in uncontrolled study design with only one group; (7) crossover designs with washout time upper 72h.

### Intervention(s), exposure(s)

A single session of continuous or interval aerobic exercise independently of modality (e.g., walking, running, swimming, cycling), environment (dry-land or water), intensity and duration, as well as the bouts number, bouts duration, and type of recovery in studies with aerobic interval exercise. Or a single session of resistance exercise, independently of the muscle group involved, equipment utilized in the execution, number of exercises and series, the interval between series, and the intensity. To be considered an aerobic exercise, the intervention should meet the definition of any activity involving large muscles and body weight against gravity using rhythmic or dynamic movements (DOI:10.1055/s-2007-1024751). To be considered a resistance exercise, the intervention should meet the definition of site-specific resistance exercises that use isometric, concentric, or eccentric contractions against a load of the body segment or an external load (DOI:10.3138/ptc.2011-31BH).

### Comparator(s)/control

To be considered as a comparator, (1) the control group should be composed only of individuals with type 2 diabetes; (2) the control group could be complete as control intervention other types of exercise that do not meet the characteristics of aerobic exercise or resistance exercise described previously; (3) the control group could be no intervention.

### Context

Although physical training provides numerous benefits for people with type 2 diabetes, such as improved glucose control, the acute effects of exercise on blood glucose levels in this population still demand investigations. Additionally, the acute effects of exercise on blood glucose levels compared to those with type 2 diabetes insulin-treated and non-insulin-treated are not well-known. The present study aims to investigate the acute effects of aerobic and/or resistance exercise on blood glucose levels immediately after an isolated aerobic or resistance exercise session in individuals with type 2 diabetes insulin-treated and/or non-insulin-treated.

### Main outcome(s)

Blood glucose levels measured before and immediately after a single aerobic or resistance exercise session by validated methodology independently of monitoring duration after the exercise.

### Measures of effect

Mean difference between pre and post-exercise session measure.

### Additional outcome(s)

None

### Data extraction (selection and coding)

Two independent reviewers will conduct the literature search, selection studies, extraction data and evaluate the methodologic quality of the studies selected and the quality of the evidence. The Ryyan tool will be used to exclude duplicates and screen titles and abstracts. Potentially eligible articles will have their full text evaluated, and the reason for excluding articles will be documented. Any disagreement will be discussed with a third reviewer, who will make the final decision. The included studies will be recorded using the Mendeley Desktop software, and missing data will be solicited to the study authors.

Information to be extracted: (1) Study (title, authors, year, country, DOI, objective); (2) Study design (number of experimental groups, designs, washout time when crossover, sample size in each group, inclusion criteria, exclusion criteria); (3) Clinical characteristics (time of diagnostic, insulin therapy, medications, glycated hemoglobin, fasting glycemia, diabetes complications, comorbidities, smoking, weight, height, body mass index, level of physical activity and devices used for its evaluation); (4) Demographic characteristics (sex, age); (5) Intervention (aerobic exercise: continuous (total time) or interval (number of bouts and type of recovery), modality, environment; resistance exercise: muscle group involved, equipment utilized in the execution, the number of series and repetition, the interval between series; intensity and duration for both exercise types); (6) Change or control in pre-exercise session meal; (7) Change in pre-exercise session insulin prescription; (8) Day time when the exercise session was performed; (9) Post-exercise session recovery: glucose measure time and device used to measure this variable; (10) Blood glucose levels collected pre- and post-exercise; (11) Adherence rate to experimental protocols, dropout rate, and adverse events.

### Risk of bias (quality) assessment

Three independent reviewers will assess the methodological quality of the included studies, any discrepancy in scoring will be determined by discussion. To assess randomized trials, it will use the Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2), which contains five domains of potentially bias (bias arising from the randomization process, bias due to deviations from intended interventions, bias due to missing outcome data, bias in measurement of the outcome, bias in selection of the reported result). To assess the risk of bias in non-randomized studies, it will use the Risk-of-Bias in Non-randomized Studies of Interventions (ROBINS-I) tool.

The quality of the evidence will be evaluated considering the Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (GRADE) tool.

### Strategy for data synthesis

The systematic review results (SR) will be summarized in narrative format, and the results of each study included will be shown in tables. The qualitative synthesis will be performed according to statistical guidelines of the Cochrane Handbook.

Suppose the data from RCTs are sufficiently homogeneous. In that case, a meta-analysis synthesis will be performed to analyze the acute effects of aerobic (and/or resistance) exercise on blood glucose levels compared to control intervention in individuals with type 2 diabetes (T2DM).

Suppose the results from the SR present RCTs that analyzed the acute effect of aerobic or resistance exercise comparing individuals with T2DM insulin-treated with non-insulin-treated sufficiently homogeneous. In that case, a meta-analysis investigating the acute effects of aerobic (and/or resistance) exercise on blood glucose levels in individuals with T2DM insulin-treated compared to individuals with T2DM non-insulin-treated will be performed.

Statistical heterogeneity among the studies will be assessed by the  $\chi^2$  test, with a significance level of 0.1, and the inconsistency  $I^2$  test. Statistical analyses will be performed using Review Manager 5.3, and the forest plot will represent the results.



### Analysis of subgroups or subsets

Suppose the data from RCTs will not be sufficiently homogeneous. In that case, we will perform a sensitivity analysis in subgroups considering the characteristics of the trials, the participants, or the intervention of the studies included in the SR.

### Contact details for further information

Josiane Aparecida de Almeida  
josiaalmeida@yahoo.com.br

### Organisational affiliation of the review

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Av. Eugenio do Nascimento s/n Bairro Dom Bosco, Juiz de Fora – MG – CEP: 36038-330  
<https://www2.ufjf.br/international/>

### Review team members and their organisational affiliations [1 change]

Josiane Aparecida de Almeida. Universidade Federal de Juiz de Fora  
Ana Paula Delgado Bomtempo Batalha. Universidade Federal de Juiz de Fora  
Carolina Vargas de Oliveira Santos. Universidade Federal de Juiz de Fora  
Miss Tamiris Schaeffer Fontoura. Universidade Federal de Juiz de Fora  
Professor Mateus Camatori Laterza. Universidade Federal de Juiz de Fora  
Professor Lilian Pinto da Silva. Universidade federal de Juiz de Fora

### Type and method of review

Meta-analysis, Systematic review

### Anticipated or actual start date

06 December 2021

### Anticipated completion date [1 change]

31 October 2022

### Funding sources/sponsors

Not applicable.

### Conflicts of interest

### Language



English, Portuguese-Brazil

### Country

Brazil

### Stage of review [3 changes]

Review Completed not published

### Subject index terms status

Subject indexing assigned by CRD

### Subject index terms

Blood Glucose; Diabetes Mellitus, Type 1; Diabetes Mellitus, Type 2; Exercise; Humans; Resistance Training

### Date of registration in PROSPERO

02 January 2022

### Date of first submission

02 December 2021

### Stage of review at time of this submission [4 changes]

Stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	Yes
Piloting of the study selection process	Yes	Yes
Formal screening of search results against eligibility criteria	Yes	Yes
Data extraction	Yes	Yes
Risk of bias (quality) assessment	Yes	Yes
Data analysis	Yes	Yes

### Revision note

We considered articles published from inception to February 2022 when the literature search was conducted and not December 2021 as written; The PEDro database is a journal in the field of physical therapy and replicates studies published in other databases, so it was excluded from the literature search. The MEDLINE search was conducted via Ovid, as it is a more sensitive, specific and efficient search engine; In population the crossover design studies with washout time of less than 72h was excluded and not upper 72h as written; The "Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (RoB 2) - Additional considerations for crossover trials", (HIGGINS et al, 2019) was used to assess the risk of bias for randomized and non-randomized crossover design studies; Statistical analysis performed according to the

statistical guidelines provided in the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (HIGGINS et al, 2019); The criterion "investigated combined aerobic and resistance exercise in the same session" is an inclusion criterion and not an exclusion criterion, as it is written.

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

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

### Versions

02 January 2022

02 January 2022

21 November 2022

11 February 2023

12 February 2023

12 February 2023

12 February 2023