

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

Laura Silveira de Moura

**EFEITOS DO MÉTODO PILATES NA GLICEMIA DE INDIVÍDUOS COM
DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

PORTO ALEGRE

2022

LAURA SILVEIRA DE MOURA

**EFEITOS DO MÉTODO PILATES NA GLICEMIA DE INDIVÍDUOS COM
DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Fisioterapia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

PORTO ALEGRE

2022

Laura Silveira de Moura

**EFEITOS DO MÉTODO PILATES NA GLICEMIA DE INDIVÍDUOS COM
DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Conceito Final:

Aprovado em de

BANCA EXAMINADORA

Orientador - Prof. Dr. Jefferson Loss

Prof. Dra. Cláudia Candotti

Prof. Dr. Eduardo Cadore

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) é uma doença crônica importante, com alto índice de prevalência e altas taxas de incidência, em que o exercício físico é um dos pilares centrais do seu tratamento. Sendo o Método Pilates uma modalidade de exercício resistido, é possível que a sua prática possa apresentar resultados positivos na glicemia de indivíduos com Diabetes.

Objetivo: O objetivo deste estudo é revisar quais os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2.

Métodos: As bases de dados utilizadas foram Scopus, Web of Science, Pubmed e Embase, e também foi realizada busca na Plataforma Lattes. Dois revisores selecionaram os estudos que avaliaram os efeitos do Método Pilates em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2 e extraíram os dados desses estudos de forma independente. Em caso de discordância, um terceiro revisor foi consultado (registro Prospero: CRD42021236216).

Resultados: Foram identificados 149 estudos nas bases de dados e 7 estudos na plataforma Lattes, totalizando 156 estudos; 4 foram incluídos na revisão. Entre os estudos incluídos o total foi de 231 indivíduos, 221 mulheres e 10 homens com idade média de $58 \pm 9,4$ anos. De forma crônica, a hemoglobina glicada foi o principal desfecho, apresentando uma redução significativa em todos os estudos, embora em alguns casos o grupo controle também tenha sofrido redução. A glicemia de jejum, a glicemia pós-prandial e também, de forma aguda, a glicemia antes e depois de cada sessão do Método Pilates também apresentaram redução, mas de forma inconsistente entre os estudos.

Conclusão: Com base nas evidências encontradas, ainda não se pode afirmar quais são os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2.

Palavras-chave: Controle Glicêmico. Técnicas de Exercício e de Movimento. Treinamento de Força.

ABSTRACT

Introduction: Type 2 Diabetes Mellitus (DM2) is an important chronic disease, with a high prevalence rate and high incidence rates, in which the exercise activity is one of the central pillars of its treatment. As the Pilates Method is a modality of resistance exercise, it is possible that its practice may have positive results in the blood glucose of individuals with Diabetes.

Objective: The aim of this study is to review the effects of the Pilates Method on the blood glucose of individuals with type 2 Diabetes Mellitus.

Methods: The databases used were Scopus, Web of Science, Pubmed and Embase, and a search was also performed on the Lattes Platform. Two reviewers selected studies that evaluated the effects of the Pilates Method in individuals with type 2 Diabetes Mellitus and independently extracted data from these studies. In case of disagreement, a third reviewer was consulted (Prospero registration: CRD42021236216).

Results: 149 studies were identified in the databases and 7 studies in the Lattes platform, totaling 156 studies; 4 were included in the review. Including all studies, the total n was 231 subjects, 221 women and 10 men with a mean age of 58 ± 9.4 years. Chronically, glycated hemoglobin was the main outcome, showing a significant reduction in all studies, although in some cases the control group also suffered a reduction. Fasting blood glucose, postprandial glycemia and also, acutely, glycemia before and after each Pilates Method session also showed a reduction, but inconsistently across studies.

Conclusion: Based on the evidence found, it is still not possible to state what are the effects of the Pilates Method on the blood glucose of individuals with Type 2 Diabetes Mellitus.

Palavras-chave: Glycemic Control. Exercise and Movement Techniques. Strength Training.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	7
2. ARTIGO CIENTÍFICO.....	8
2.1. INTRODUÇÃO.....	10
2.2. METODOLOGIA.....	11
2.3. RESULTADOS.....	14
2.4. DISCUSSÃO.....	21
2.5. CONCLUSÃO.....	25
2.6. REFERÊNCIAS.....	26
3. ANEXOS.....	29
3.1. ANEXO A - Normas da revista Journal of Diabetes Research.....	29

1 APRESENTAÇÃO

Este estudo é um Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial para obtenção do título de bacharel em fisioterapia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O trabalho foi pensado e elaborado sob orientação do professor Dr. Jefferson Fagundes Loss, que acompanhou o meu processo de formação e me orientou como bolsista de iniciação científica desde o terceiro semestre do curso.

O Diabetes Mellitus (DM) é uma doença crônica com alto índice de mortalidade e uma alta taxa de incidência. O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) é o mais prevalente, e o exercício físico é uma forma não-farmacológica de prevenção e de tratamento da doença. O projeto inicial deste trabalho era de analisar o comportamento da glicemia capilar de diabéticos tipo 2, avaliada antes e depois de cada sessão de Pilates, durante um período de 20 semanas. O trabalho seria realizado em parceria com o trabalho de doutorado do Edgar Wagner, orientando do professor Jefferson Loss. No entanto, devido a pandemia do COVID-19, as intervenções foram adiadas, impossibilitando a realização desse projeto como meu trabalho de conclusão de curso. Dessa forma, foi necessário a elaboração de um novo projeto e, assim, surgiu a revisão sistemática.

O objetivo da revisão sistemática foi, portanto, revisar na literatura quais os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2. Esperamos que, por ser uma modalidade de exercício resistido, o Método Pilates possa apresentar resultados positivos na glicemia da população com DM2. Este trabalho, devido ao tema abordado, será submetido à revista *Journal of Diabetes Research* (Qualis A2) e está redigido de acordo com as normas estipuladas pela própria revista (Anexo A).

2 ARTIGO CIENTÍFICO

EFEITOS DO MÉTODO PILATES NA GLICEMIA DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Laura Silveira de Moura¹, Vanessa Sobrosa Flores², Edgar Santiago Wagner Neto², Jefferson Fagundes Loss^{1,2}

¹ Curso de Fisioterapia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Endereço para correspondência

Rua Felizardo, nº 750 - Jardim Botânico/ 90690-200

Porto Alegre-RS, Brasil

Fone: 55 51 3308-5822

Autor Correspondente

Dr. Jefferson Fagundes Loss

<jefferson.loss@ufrgs.br>

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) é uma doença crônica importante, com alto índice de prevalência e altas taxas de incidência, em que o exercício físico é um dos pilares centrais do seu tratamento. Sendo o Método Pilates uma modalidade de exercício resistido, é possível que a sua prática possa apresentar resultados positivos na glicemia de indivíduos com Diabetes.

Objetivo: O objetivo deste estudo é revisar quais os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2.

Métodos: As bases de dados utilizadas foram Scopus, Web of Science, Pubmed e Embase, e também foi realizada busca na Plataforma Lattes. Dois revisores selecionaram os estudos que avaliaram os efeitos do Método Pilates em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2 e extraíram os dados desses estudos de forma independente. Em caso de discordância, um terceiro revisor foi consultado (registro Prospero: CRD42021236216).

Resultados: Foram identificados 149 estudos nas bases de dados e 7 estudos na plataforma Lattes, totalizando 156 estudos; 4 foram incluídos na revisão. Entre os estudos incluídos o total foi de 231 indivíduos, 221 mulheres e 10 homens com idade média de $58 \pm 9,4$ anos. De forma crônica, a hemoglobina glicada foi o principal desfecho, apresentando uma redução significativa em todos os estudos, embora em alguns casos o grupo controle também tenha sofrido redução. A glicemia de jejum, a glicemia pós-prandial e também, de forma aguda, a glicemia antes e depois de cada sessão do Método Pilates também apresentaram redução, mas de forma inconsistente entre os estudos.

Conclusão: Com base nas evidências encontradas, ainda não se pode afirmar quais são os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2.

Palavras-chave: Controle Glicêmico; Técnicas de Exercício e de Movimento; Treinamento de Força.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma doença crônica caracterizada por altos níveis de glicose no sangue [1] e já é considerado uma das doenças mais preocupantes mundialmente devido ao alto índice de mortalidade [2]. Segundo a Federação Internacional de Diabetes, 537 milhões de pessoas vivem com diabetes, sendo 32 milhões residentes na América do Sul e América Central, e a incidência da doença estimada para 2030 é de 643 milhões de pessoas na faixa etária entre 20 a 79 anos [3].

Dentre os tipos de DM classificados pela Associação Americana de Diabetes (AAD) [4], o Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2), que se caracteriza pela resistência à insulina e pela exaustão das células beta pancreáticas, é o que apresenta maior incidência, representando 90% - 95% dos casos de diabetes [5]. Por ser uma doença crônica, os cuidados necessários para o manejo dos pacientes diabéticos incluem cuidados médicos contínuos com medidas de controle glicêmico e com a utilização de estratégias multifatoriais de redução de risco [6].

O exercício físico tem demonstrado resultados positivos para o manejo dos pacientes desta população através da melhora da sensibilidade à insulina e da mudança da massa corporal [7], levando à diminuição de complicações da doença como prejuízos da capacidade funcional, autonomia e qualidade de vida [8]. A AAD [6] recomenda para a população com DM2 principalmente exercícios aeróbicos, mas também exercícios resistidos devido ao aumento de estudos demonstrando a sua eficácia no manejo dos pacientes com DM2 [9].

As evidências positivas em relação aos treinos resistidos [10, 5, 11] e a importância do bem-estar e do prazer na realização de atividades físicas para a adesão do tratamento, tornam interessante a investigação de demais modalidades não convencionais de exercício resistido para um melhor controle da glicemia dos pacientes com DM2. Neste contexto, o Método Pilates, por ser uma modalidade de exercício resistido e pela sua crescente popularização, aparece como uma alternativa interessante a ser explorada para o manejo dos pacientes com essa comorbidade [12].

Ainda são poucos os estudos que utilizaram o Método Pilates na intervenção dessa população, havendo ainda divergências entre os estudos. Enquanto Batar *et al* [13] afirma que o Método Pilates apresenta resultados positivos na glicemia sanguínea e na hemoglobina glicada após o período de intervenção, quando comparado ao grupo não praticante de atividade física, o estudo de Gouveia *et al* [14] afirma que não houve diferença na glicemia sanguínea em nenhum dos grupos, mas que na hemoglobina glicada houve resultados positivos após a intervenção com grupo que realizou os exercícios do pilates.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é de realizar uma revisão sistemática para verificar os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2. Espera-se que, por ser uma modalidade de exercício resistido, o Método Pilates demonstre resultados positivos no controle da glicemia dos pacientes com DM2.

METODOLOGIA

Protocolo e Registro

Este estudo é uma revisão sistemática e foi previamente registrada na plataforma prospero sob o registro CRD42021236216 e está de acordo com o Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

Crítérios de Elegibilidade

Os artigos incluídos nessa revisão foram todos os que avaliaram a glicemia de pessoas com diabetes mellitus tipo 2 após intervenção com o Método Pilates. Os artigos incluídos visavam responder o seguinte PICOT:

- População: Indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2;
- Intervenção: Programas de exercícios com o Método Pilates;
- Comparação: não se aplica;
- Outcomes (desfecho): Glicose sanguínea;
- Tipo de estudo: Estudos experimentais.

Bases de dados

A revisão foi realizada com pesquisa nas bases de dados eletrônicas PubMed, Embase, Web of Science e Scopus, e foi realizada busca de trabalhos como teses e dissertações na Plataforma Lattes. Não houve delimitação de data de publicação nem de idioma. As buscas foram realizadas em todas as bases de dados no dia 18 de maio de 2021 e posteriormente atualizadas em 8 de dezembro de 2021.

Estratégias de busca

As estratégias de busca foram elaboradas de acordo com o PICOT e com as especificidades das estruturas de vocabulários de cada base de dados, e os descritores foram ligados com a utilização dos termos booleanos. Um exemplo de estratégia de busca, elaborada para a base de dados Pubmed pode ser observada no Quadro 1. Na Plataforma Lattes foi

realizada busca por assunto com as palavras-chaves “Pilates e Diabetes” e avaliados todos os resultados da pesquisa.

Quadro 1 – Exemplo de estratégia de busca elaborada para a base de dados Pubmed.

("pilate"[All Fields] OR "pilates"[All Fields])

AND

("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields] OR "diabetes mellitus type 2"[All Fields] OR ("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields] OR ("diabetes"[All Fields] AND "mellitus"[All Fields] AND "noninsulin"[All Fields] AND "dependent"[All Fields]) OR "diabetes mellitus noninsulin dependent"[All Fields]) OR ("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields] OR "diabetes mellitus type 2"[All Fields]) OR ("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields]) OR ("diabete"[All Fields] OR "diabetes mellitus"[MeSH Terms] OR ("diabetes"[All Fields] AND "mellitus"[All Fields]) OR "diabetes mellitus"[All Fields] OR "diabetes"[All Fields] OR "diabetes insipidus"[MeSH Terms] OR ("diabetes"[All Fields] AND "insipidus"[All Fields]) OR "diabetes insipidus"[All Fields] OR "diabetic"[All Fields] OR "diabetics"[All Fields] OR "diabets"[All Fields]) OR "mellitus"[All Fields] OR ("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields] OR "diabetes mellitus type 2"[All Fields]) OR ("diabete"[All Fields] OR "diabetes mellitus"[MeSH Terms] OR ("diabetes"[All Fields] AND "mellitus"[All Fields]) OR "diabetes mellitus"[All Fields] OR "diabetes"[All Fields] OR "diabetes insipidus"[MeSH Terms] OR ("diabetes"[All Fields] AND "insipidus"[All Fields]) OR "diabetes insipidus"[All Fields] OR "diabetic"[All Fields] OR "diabetics"[All Fields] OR "diabets"[All Fields]) OR ("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields] OR ("diabetes"[All Fields] AND "mellitus"[All Fields] AND "non"[All Fields] AND "insulin"[All Fields] AND "dependent"[All Fields]) OR "diabetes mellitus non insulin dependent"[All Fields]) OR ("diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes mellitus"[All Fields] OR ("diabetes"[All Fields] AND "mellitus"[All Fields] AND "non"[All Fields] AND "insulin"[All Fields] AND "dependent"[All Fields]) OR "diabetes mellitus non insulin dependent"[All Fields]))

Seleção dos estudos

A seleção dos estudos foi realizada por dois avaliadores de forma independente, e um terceiro avaliador foi requisitado em caso de divergência. A partir dos resultados das estratégias de busca, os artigos foram selecionados com a leitura dos títulos e resumos e, quando necessário, o texto completo foi verificado. Após, foi realizada a leitura na íntegra dos artigos previamente selecionados para avaliar a inclusão de acordo com os critérios de elegibilidade.

Extração de dados

Os artigos que contemplaram os critérios de elegibilidade foram analisados e as seguintes informações foram extraídas por dois revisores de forma independente: autores, ano de publicação, amostra (número total de sujeitos e idade), metodologia de avaliação do desfecho, desfechos avaliados, resultados e conclusões dos autores. Posteriormente, os dados

extraídos dos estudos pelos avaliadores foram comparados de forma a evitar possíveis erros. Em caso de discordância, um terceiro avaliador foi requisitado.

Análise de dados

A análise dos resultados dos artigos incluídos nesta revisão sistemática foi realizada de forma qualitativa pelos autores e foi realizada análise do risco de viés e da qualidade metodológica de cada um dos artigos.

O risco de viés foi avaliado por dois avaliadores independentes utilizando a pontuação da escala PEDro e, em caso de discordância, um terceiro avaliador foi consultado. A soma da pontuação da escala PEDro foi utilizada para avaliar a qualidade metodológica dos artigos incluídos na revisão.

RESULTADOS

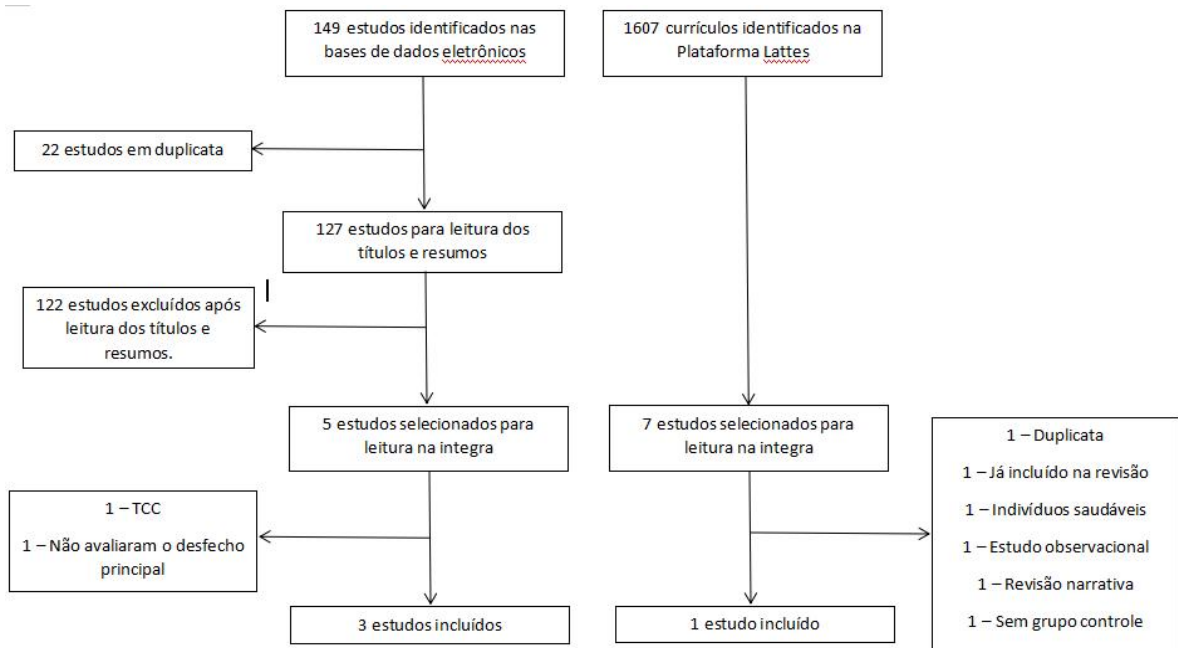
Seleção dos estudos

Foram identificados 149 estudos nesta revisão sistemática, sendo 22 estudos duplicatas. Após a leitura de todos os títulos e resumos, um total de 5 estudos foram selecionados para leitura na íntegra. Os critérios de elegibilidade para compor essa revisão sistemática foram contemplados por 3 estudos

Pesquisa Lattes

Foram localizados 7 estudos, através da pesquisa manual na plataforma Lattes, e apenas 1 atendeu aos critérios de elegibilidade do presente estudo.

Figura 1: Fluxograma dos estudos incluídos na revisão



Avaliação da qualidade metodológica

A avaliação da qualidade metodológica foi feita com base na escala PEDro [15]. Os resultados podem ser observados no Quadro 2:

Quadro 2: Escores da escala PEDro.

Autores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Melo <i>et al</i> (2020)	✖	x	-	x	-	-	-	x	x	x	x	6/10
Yucel & Uysal (2016)	✖	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	7/10
Batar <i>et al</i> (2020)	✖	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	7/10
Gouveia <i>et al</i> (2021)	✖	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	8/10

Características dos estudos

Foram incluídos 4 estudos nesta revisão: Melo *et al* [16], Yucel & Uysal [17], Batar *et al* [13] e Gouveia *et al* [14]. Obteve-se, considerando a amostra dos estudos incluídos, um n total de 231 participantes, sendo 221 mulheres e 10 homens, com idade média de $58 \pm 9,4$ anos. Os estudos de Melo *et al* [16], Yucel e Uysal [17], Batar *et al* [13] e Gouveia *et al* [14] apresentaram a avaliação da glicemia de jejum e da hemoglobina glicada dos grupos intervenção e controle nos períodos pré e pós intervenção, Melo *et al* [16], Yucel e Uysal [17] apresentaram a avaliação da glicemia pós prandial e apenas Melo *et al* [16] apresentou a avaliação da glicemia antes e depois de cada sessão. Pode-se observar as características dos estudos na Tabela 1.

Tabela 1: Características dos estudos incluídos.

Autor/Ano	Descrição da Amostra	Instrumento de Avaliação	Desfechos Avaliados	Resultados	Conclusão dos Autores
	45 mulheres sedentárias	Utilizou os dados dos exames de sangue dos registros do hospital para avaliar a glicemia capilar e hemoglobina glicada.	-Glicemia de jejum - Hemoglobina glicada - Glicemia pós-prandial	Grupo Pilates Glicemia de jejum: -pré-intervenção:140 ± 31.00 -pós-intervenção:139.5 ± 32.00 Glicemia pós-prandial: -pré-intervenção:160.00 ± 55.00 -pós-intervenção:164.00 ± 47.00 HbA1c: -pré-intervenção:6.70 ± 1.16 -pós-intervenção:6.30 ± 1.00	- Glicemia de jejum: no grupo Pilates, houve redução significativa no período pós-intervenção em relação ao período pré-intervenção. Não houve diferença no grupo controle e nem entre os grupos. - Glicemia pós-prandial: não houve diferença significativa em nenhum dos grupos e nem entre os grupos
Yucel & Uysal 2016	Pilates N: 24 Idade: 58.50 ± 7.00 Média do tempo do diagnóstico: 24.29 ± 131.00 meses			Grupo Controle Glicemia de jejum: -pré-intervenção:131.5 ± 42.00 -pós-intervenção:146.5 ± 33.00 Glicemia pós-prandial: -pré-intervenção:162.5 ± 57.00 -pós-intervenção:167.50 ± 46.00 HbA1c: -pré-intervenção:6.53 ± 1.42 -pós-intervenção:6.40 ± 1.27	- Hemoglobina glicada: redução após o período de intervenção no grupo pilates e no grupo controle. Entre os grupos não houve diferença.

Tabela 1: Características dos estudos incluídos (continuação)

Autor/Ano	Descrição da Amostra	Instrumento de Avaliação	Desfechos Avaliados	Resultados	Conclusão dos Autores
Melo, K., <i>et al</i> 2020	22 mulheres idosas sedentárias	Glicemia capilar: medidor de glicose portátil da marca Optium Xceed	- Glicemia de jejum - Glicemia pós-prandial	Grupo Pilates Glicemia de jejum: -pré-intervenção: 147.1 ± 63.8 -4 semanas: 141.9 ± 49.2 - 8 semanas: 147.3 ± 51.5 -12 semanas: 147.5 ± 53.8 Glicemia pós-prandial: -pré-intervenção: 246.1 ± 58.5 - 4 semanas: 219.9 ± 59.9 - 8 semanas: 227.7 ± 57.6 -12 semanas: 207.6 ± 49.1 HbA1c: -pré-intervenção: 7.8 ± 1.0 - 4 semanas: — - 8 semanas: — -12 semanas: 6.7 ± 0.6	- Glicemia de jejum: não houve diferença significativa de forma crônica em nenhum dos momentos de avaliação em nenhum dos grupos
	Controle N: 11 Idade: 67.5 ± 6.3 anos Altura: 154.7 ± 6.1 cm Peso: 73.5 ± 6.1 kg	Hemoglobina glicada: método cromatógrafo líquido de alto desempenho	- Glicemia capilar antes e depois de cada sessão - Hemoglobina glicada	-pré-intervenção: 147.1 ± 63.8 -4 semanas: 141.9 ± 49.2 - 8 semanas: 147.3 ± 51.5 -12 semanas: 147.5 ± 53.8 Glicemia pós-prandial: -pré-intervenção: 246.1 ± 58.5 - 4 semanas: 219.9 ± 59.9 - 8 semanas: 227.7 ± 57.6 -12 semanas: 207.6 ± 49.1 HbA1c: -pré-intervenção: 7.8 ± 1.0 - 4 semanas: — - 8 semanas: — -12 semanas: 6.7 ± 0.6	- Glicemia pós-prandial: houve redução após a 4ª e a 12ª semana de intervenção em relação ao período pré intervenção apenas no grupo Pilates, não havendo diferença no grupo controle e nem entre os grupos.
	Pilates N: 11 Idade: 65.5 ± 5.5 anos Altura: 155.0 ± 4.5 cm Peso: 66.2 ± 5.4 kg			Grupo Controle Glicemia de jejum: -pré-intervenção: 130.4 ± 46.8 -4 semanas: 130.8 ± 43.0 - 8 semanas: 132.8 ± 37.8 -12 semanas: 138.0 ± 49.7 Glicemia pós-prandial: -pré-intervenção: 226.6 ± 52.1 - 4 semanas: 227.2 ± 49.0 - 8 semanas: 227.7 ± 40.8 -12 semanas: 231.8 ± 63.5 HbA1c: -pré-intervenção: 7.4 ± 0.5 - 4 semanas: — - 8 semanas: — -12 semanas: 7.5 ± 0.5	- Glicemia capilar antes e depois de cada sessão: redução da glicose sanguínea após as sessões em relação aos valores apresentados nas avaliações pré sessões em todos os períodos estipulados para análise.
					- Hemoglobina glicada: o grupo Pilates apresentou uma diminuição após a 12ª semana de intervenção comparado ao período pré intervenção. Não houve diferença no grupo controle e nem entre os grupos.

Tabela 1: Características dos estudos incluídos (continuação)

Autor/Ano	Descrição da Amostra	Instrumento de Avaliação	Desfechos Avaliados	Resultados	Conclusão dos Autores
Batar, N., <i>et al</i> 2020	120 mulheres sedentárias Idade média: 41,67 ± 3,83 anos IMC: 29,67 ± 2,25 kg/m ² Percentual de gordura: 38,78 ± 4,67 Massa muscular: 24,03 ± 2,49 kg	Os parâmetros bioquímicos para avaliação da glicemia capilar e da hemoglobina glicada foram determinados após 8 horas de jejum.	-Glicemia de jejum - Hemoglobina glicada	Grupo LC, MUFA Glicemia de jejum(mg/dL): -pré: 116.56 ± 38.75 -pós: 110.76 ± 20.68 HbA1c: -pré:6.23 ± 1.25 -pós: 5.99 ± 1.26 Grupo LC, MUFA + PL Glicemia de jejum(mg/dL): -pré: 111.90 ± 26.25 -pós: 101.03 ± 9.65 HbA1c: -pré:5.86 ± 0.79 -pós:5.16 ± 0.55 Grupo HCC Glicemia de jejum(mg/dL): -pré: 127.31 ± 36.59 -pós: 115.70 ± 22.62 HbA1c: -pré:6.28 ± 1.28 -pós: 5.74 ± 0.98 Grupo HCC + PL Glicemia de jejum(mg/dL): -pré: 134.26 ± 36.49 -pós: 111.10 ± 16.98 HbA1c: -pré:6.09 ± 0.99 -pós: 5.40 ± 0.84	- Glicemia de jejum: reduziu comparado às medidas pré e pós para todos os grupos - Hemoglobina glicada: redução em relação às avaliações pré e pós-intervenção. Embora o post hoc não tenha indicado uma diferença significativa entre os grupos, apenas entre os momentos pré e pós-intervenção.

Tabela 1: Características dos estudos incluídos (continuação)

Autor/Ano	Descrição da Amostra	Instrumento de Avaliação	Desfechos Avaliados	Resultados	Conclusão dos Autores
Gouveia, S., <i>et al</i> 2021	44 participantes sedentários 34 mulheres 10 homens Idade média: 61,23 ± 8,49 anos Altura média: 1,56 ± 0,07 m Peso: 65.7 ± 11,09 Kg IMC: 26,96 ± 4,35 Kg/m ²	As análises da glicemia sanguínea e da hemoglobina glicada foram realizadas com a utilização de kits Labtest Diagnostic®.	-Glicemia de jejum - Hemoglobina glicada	<p>Grupo Pilates</p> <p>Glicemia de jejum(mg/dL): Pré-intervenção: 146.3 (59.76) Pós-intervenção: 148.34 (56.87)</p> <p>HbA1c(%): Pré-intervenção: 11.14 (2.99) Pós-intervenção: 8.89 (4.2)</p> <hr/> <p>Grupo Controle</p> <p>Glicemia de jejum(mg/dL): Pré-intervenção:199.96 (105.03) Pós-intervenção: 178.76 (66.22)</p> <p>HbA1c(%): Pré-intervenção:10.75 (3.61) Pós-intervenção: 9.26 (3.95)</p>	<p>- Glicemia de jejum: não houve diferença significativa nos grupos intervenção e controle e nem entre os grupos.</p> <p>- Hemoglobina glicada: redução no grupo pilates após o período de intervenção, não havendo diferença significativa no grupo controle e nem entre os grupos.</p>

DISCUSSÃO

Sabe-se que o exercício físico auxilia no controle da glicemia sanguínea e melhora a sensibilidade à insulina [18], pois a atividade física é um dos fatores centrais para o tratamento da DM2 [19]. Sendo assim, este estudo teve como objetivo revisar na literatura as evidências existentes sobre os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2. No entanto, após a realização da presente revisão, os efeitos do Método Pilates nas glicemias sanguíneas e na hemoglobina glicada não se mostraram claras já que os estudos incluídos apresentaram divergências em relação aos desfechos avaliados.

Apenas o estudo de Melo *et al* [16] avaliou a glicemia antes e depois de cada sessão de Pilates e os resultados demonstraram redução da glicose sanguínea após as sessões em relação aos valores apresentados nas avaliações pré sessões em todos os períodos estipulados para análise. Esse resultado demonstra o efeito agudo do exercício físico na glicemia dos indivíduos com DM2. De acordo com Melo *et al* [16], esse resultado se deve aos efeitos da contração muscular no controle da glicemia sanguínea com o aumento da translocação do transportador de glicose GLUT4, fazendo com que a captação de glicose ocorra por uma via independente de insulina. Os indivíduos com resistência à insulina, como é o caso da população com DM2, têm 90% da translocação do transportador de glicose GLUT4 diminuído [20] e o exercício físico pode sensibilizar os componentes intracelulares e aumentar a translocação do GLUT4 para a membrana plasmática, independentemente da ação da insulina [21] e promover a diminuição dos níveis glicêmicos por melhorar a captação de glicose no tecido muscular esquelético [22]. Levando-se em consideração esse efeito agudo do exercício na redução da glicemia, pressupõe-se, portanto, que a prática de atividade física realizada regularmente, deva promover também resultados crônicos positivos nos níveis de glicose no sangue.

Em relação aos efeitos crônicos encontrados nos estudos foram avaliadas a glicemia de jejum, a hemoglobina glicada [16, 17, 13, 14] e a glicemia pós-prandial [16, 17]. Nos estudos de Melo *et al* [16] e de Gouveia *et al* [14], não houve diferença na glicemia de jejum em nenhum dos momentos de avaliação nem para o grupo que praticou Pilates e nem para o grupo controle, que em Melo *et al* [16] não praticou exercício físico e que em Gouveia *et al* [14] realizou alongamentos e exercícios de relaxamento em domicílio. No estudo de Yucel e Uysal [17], houve redução da glicemia de jejum no período pós-intervenção em relação ao

período pré-intervenção somente no grupo Pilates, não havendo diferença entre período pré- e pós-intervenção no grupo controle, que não realizou exercício físico, e nem houve diferença entre os grupos quando comparados. No estudo de Batar *et al* [13], também houve redução na glicemia de jejum no período pós-intervenção comparado às medidas de pré-intervenção, mas em todos os grupos, (1) dieta com baixo teor de carboidratos e ácidos graxos monoinsaturados e prática de Pilates; (2) dieta com carboidratos de alta complexidade e prática de Pilates; (3) dieta com baixo teor de carboidratos e ácidos graxos monoinsaturados e (4) dieta com carboidratos de alta complexidade. A fisiologia humana normal depende de um controle rígido dos níveis de glicose sanguínea em jejum [23] e, por isso, a relevância da sua avaliação nos momentos pré- e pós-intervenção. A diferença apresentada nesses resultados pode estar associada ao estilo de vida dos participantes de cada estudo. De acordo com a FID [3], o ponto chave para o manejo do DM2 é de um estilo de vida que inclua alimentação saudável, prática de atividade física regular e manutenção do peso corporal. Todos os estudos incluídos na revisão informaram que os participantes não praticavam atividade física regularmente, mas nem todos informaram sobre os costumes alimentares e sobre o tempo de jejum antes da coleta do sangue para a realização do exame, que de acordo com a AAD [4] deve ser realizado com pelo menos 8h de jejum. O estudo de Batar *et al* [13] apresentou uma dieta controlada como parte de suas intervenções e foi o único a apresentar o tempo de 8h de jejum antes da realização do exame. O estudo de Melo *et al* [16] apresentou a dieta dos participantes do estudo, mas não apresentou o tempo de jejum antes da realização do exame. Já os estudos de Yucel e Uysal [17] e de Gouveia *et al* [14] apenas recomendaram que os seus participantes seguissem a dieta de costume e não informaram o tempo de jejum antes da realização do exame. O tipo de dieta e o tempo de jejum antes da realização do exame podem, portanto, ter influenciado nos resultados obtidos e, conseqüentemente, nas divergências apresentadas entre os estudos. No entanto, não se pode afirmar que esses resultados estejam associados aos tipos de dieta e ao tempo de jejum, devido à falta de informações fornecidas pelos estudos.

Em relação à glicemia pós-prandial, que acrescenta informações sobre a estimativa da glicemia média e a mensuração da variabilidade glicêmica [24], apenas os estudos de Melo *et al* [16] e de Yucel e Uysal [17] realizaram essa avaliação. Somente o estudo de Melo *et al* [16] apresentou diferença significativa entre as avaliações pré-intervenção e as avaliações realizadas na 4ª e a 12ª semana de intervenção no grupo que praticava Pilates, não havendo diferença entre o período pré- e pós-intervenção do grupo controle e nem quando comparado o grupo intervenção com o grupo controle. Os resultados dos estudos, assim como nos

resultados da glicemia de jejum, podem estar associados à dieta dos participantes, pois tanto a ingestão de carboidrato, quanto de gordura e de proteína podem afetar significativamente a glicemia pós-prandial [24], principalmente por ser uma avaliação que deve ser realizada 2h após refeição [25], o que também deve ser levado em consideração para a avaliação dos estudos. O estudo de Melo *et al* [16] informou que a coleta do sangue foi realizada 30 minutos após o café da manhã e também apresentou a descrição da dieta realizada nessa refeição, enquanto o estudo de Yucel e Uysal [17] não apresentou nenhuma dessas informações. Pode-se perceber que no estudo de Melo *et al* [16] o período esperado após a refeição para a realização do exame foi menor do que o indicado, o que pode ter afetado de alguma forma os resultados obtidos, enquanto o estudo de Yucel e Uysal [17] não se pode avaliar nem a dieta e nem o tempo para a realização do exame.

Nas avaliações da hemoglobina glicada os resultados entre os estudos também não foram conclusivos em relação à eficácia da intervenção. Os estudos de Melo *et al* [16] e de Gouveia *et al* [14] demonstraram no grupo Pilates uma diminuição nos níveis de hemoglobina glicada após intervenção comparado ao período pré-intervenção, não havendo diferença nos grupos controles, que em Melo *et al* [16] não praticou exercício, e em Gouveia *et al* [14] realizava alongamentos e exercícios de relaxamento, e também não houve diferença quando comparados os grupos pilates e controles de ambos os estudos. Já os estudos de Yucel e Uysal [17] e de Batar *et al* [13] apresentaram redução nos níveis de hemoglobina glicada após o período de intervenção no grupo Pilates e no grupo controle, que não praticava exercício físico, e também não houve diferença quando os grupos foram comparados entre si. Os resultados desses estudos sobre a hemoglobina glicada, que é formada pela glicosilação da hemoglobina [26] e que o seu valor percentual está diretamente ligado à concentração de glicose no sangue [27], pode estar relacionado com a vida média de uma hemácia que é de 120 dias [28]. Os estudos de Melo *et al* [16], Yucel e Uysal [17] e Batar *et al* [13] realizaram intervenções com o Método Pilates com duração de 12 semanas, frequência de 3 vezes na semana e Gouveia *et al* [14] com duração de 8 semanas, 2 vezes na semana, e as avaliações da hemoglobina glicada foram realizadas logo após o término das intervenções. Sendo a hemoglobina glicada considerada a glicemia média dos últimos 120 dias [28], nenhum dos estudos incluídos considerou o tempo de vida da hemácia e, conseqüentemente, da hemoglobina glicada no planejamento dos seus protocolos de intervenção. Sabendo-se, portanto, que a hemoglobina glicada é um marcador da glicose sanguínea a longo prazo, seria

importante que os estudos tivessem avaliado essa variável em um intervalo de tempo superior às 8 ou 12 semanas de intervenção.

Os estudos apresentam algumas possíveis justificativas gerais sobre o efeito crônico do Método Pilates na glicemia da população com DM2 encontrados em seus estudos. Melo *et al* [16] relaciona os seus resultados positivos na glicemia pós-prandial e na hemoglobina glicada à melhora crônica da sensibilidade à insulina devido ao aumento do GLUT4 muscular. Batar *et al* [13] associa seus resultados à mudança do estilo de vida dos grupos avaliados no seu estudo, tanto dos que praticaram Pilates e seguiram as dietas, quanto dos que apenas seguiram as dietas, mostrando a importância do exercício físico e da alimentação. Já Yucel e Uysal [17] e Gouveia *et al* [14] não apresentam justificativas diretas em relação aos seus resultados, mas apresentam limitações dos estudos que podem os ter influenciado. Yucel e Uysal [17] aponta que os seus resultados podem ter sido influenciados por fatores como o tempo de intervenção, a não comparação do grupo Pilates com um grupo que praticasse outro tipo de exercício e a falta de evidências para a elaboração de um protocolo de exercícios com a finalidade de melhorar a sensibilidade à insulina na população com diabetes, e Gouveia *et al* [14] aponta como limitação o tempo de estudo, apesar do resultado positivo na hemoglobina glicada no grupo que praticou Pilates.

O Método Pilates é um método que tem uma grande variedade de exercícios e apenas o estudo de Melo *et al* [16] apresentou o protocolo de exercícios realizados na intervenção. Os estudos de Yucel e Uysal [17], Gouveia *et al* [14] e Batar *et al* [13] apenas descreveram de forma geral como foi estipulada a sessão. Com a falta da descrição dos exercícios utilizados em cada sessão fica impossível replicar os estudos, bem como avaliar se os protocolos utilizados podem ter interferido nos resultados mesmo com os estudos afirmando terem mantido intensidades baixas ou moderadas e progressões com mudança dos exercícios após um determinado tempo ou com exercícios com maiores níveis de dificuldade. Uma descrição dos programas de intervenção com os exercícios detalhados é fundamental para que se possa compreender o que foi realizado na intervenção e para que o protocolo possa ser reproduzido em outros estudos e, então, que se possa avaliar e comparar os resultados obtidos em relação à eficácia e aos efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2.

Para que se possa avaliar os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2, os estudos devem apresentar informações detalhadas sobre os hábitos de vida dos participantes, controlar as dietas durante o estudo, informar o tempo de jejum antes da

realização dos exames da glicemia de jejum e da glicemia pós-prandial, realizar avaliações da hemoglobina glicada em um período que considere o tempo de vida médio da hemácia (120 dias) e apresentar os protocolos detalhados de exercícios realizados nas sessões para que os estudos possam ser reproduzidos e os protocolos avaliados. Nenhum dos estudos incluídos nesta revisão apresentou todas essas informações para que fosse possível uma melhor avaliação dos resultados e nenhum realizou avaliação da hemoglobina glicada em um intervalo maior do que 12 semanas. Dessa forma, com as informações apresentadas pelos estudos, não fica claro os motivos pelos quais os estudos apresentaram divergências entre os seus resultados.

CONCLUSÃO

Com base nos estudos incluídos nesta revisão sistemática, não é possível afirmar quais são os efeitos de um programa de exercícios baseado no Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2. Devido às poucas evidências encontradas e às divergências entre os resultados dos estudos, sugere-se a realização de novos trabalhos com maior rigor metodológico, controle das variáveis que influenciam a glicemia sanguínea e descrições dos protocolos de exercícios utilizados para que, assim, seja possível avaliar efetivamente os efeitos do Método Pilates na glicemia de indivíduos com DM2.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

DECLARAÇÃO DE FINANCIAMENTO

Pesquisa realizada sem financiamento.

REFERÊNCIAS

1. CHO, et al. **IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045**. *Diabetes research and clinical practice* 138 (2018) 271 – 281.
2. PAI, et al. **The effectiveness of regular leisure-time physical activities on long-term glycemic control in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis**. *Diabetes research and clinical practice*, v. 113, p. 77-85, 2016.
3. INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**, 10th edn. Brussels, Belgium: 2021. Available at: <<https://www.diabetesatlas.org>> Acesso em 13/01/2022.
4. AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. **2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes, 2018**. *Diabetes Care* 2018;41(Suppl. 1):S13–S27
5. COLBERG, et al. **Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association**. *Diabetes Care* 2016;39:2065–2079. Volume 39, November 2016
6. AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. **Introduction: Standards of Medical Care in Diabetes-2020**. *Diabetes Care* 2020;43(Suppl. 1):S1–S2. Volume 43, Supplement 1, January 2020
7. AMANAT, Sasan et al. **Exercise and Type 2 Diabetes**. In: *Physical Exercise for Human Health*. Springer, Singapore, 2020. p. 91-105
8. COSTA, et al. **Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil**. *Cad. Saúde Pública* 2017; 33(2):e00197915
9. KIRWAN, J.; SACKS, J.; NIEUWOUDT, S. **The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes**. *Cleveland Clinic journal of medicine*, v. 84, n. 7 Suppl 1, p. S15, 2017.
10. DUNSTAN, DW et al. **High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes**. *Diabetes Care*. 2002 Oct;25(10):1729-36.
11. RÖHLING, M. et al. **Effects of long-term exercise interventions on glycaemic control in type 1 and type 2 diabetes: a systematic review**. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, v. 124, n. 08, p. 487-494, 2016
12. FORTUNATTI, C.; DELEVATTI, R.; KRUEL, LF. **O método pilates na prevenção e tratamento do Diabetes Mellitus tipo 2**. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 19, n. 1, 2015.

13. BATAR, Nazlı et al. **Effect of Pilates on Body Composition and Some Biochemical Parameters of Women with Type 2 Diabetes on a Low-Carbohydrate or High-Complex-Carbohydrate Diabetic Diet.** 2020.
14. GOUVEIA, et al. **The effect of pilates on metabolic control and oxidative stress of diabetics type 2 – A randomized controlled clinical trial.** Journal Of Bodywork And Movement Therapies, [S.L.], v. 27, p. 60-66, jul. 2021. Elsevier BV.
15. SHIWA, S., et al. **PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia.** Fisioter. Mov., Curitiba, v. 24, n. 3, p. 523-533, jul./set. 2011
16. MELO, et al. **Pilates Method Training: Functional and Blood Glucose Responses of Older Women With Type 2 Diabetes.** J Strength Cond Res. 2020 Apr;34(4):1001-1007.
17. YUCEL, H. UYSAL, O. **Pilates-Based Mat Exercises And Parameters Of Quality Of Life In Women With Type 2 Diabetes.** Iran Red Crescent Med J. 2016 March; 18(3): e21919.
18. THENT, ZC; DAS, S; HENRY, LJ. **Role of exercise in the management of diabetes mellitus: the global scenario.** PloS one, v. 8, n. 11, p. e80436, 2013.
19. FEALY, CE. et al. **Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes.** Experimental Physiology, [S.L.], v. 103, n. 7, p. 985-994, 28 jun. 2018. Wiley.
20. RYDER, JW, et al. **Use of a Novel Impermeable Biotinylated Photolabeling Reagent to Assess Insulin- and Hypoxia Stimulated Cell Surface GLUT4 Content in Skeletal Muscle From Type 2 Diabetic Patients.** Diabetes. 2000; 49(4):647-54.
21. ROPELLE, ER. et al. **Sinalização celular e exercício físico.** In: Cintra DE, Ropelle ER, Pauli JR. Obesidade e Diabetes: Fisiopatologia e sinalização celular. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos LTDA, 2011. p. 336-351.
22. BARROS, LSA, NUNES, CC. **A influência do exercício físico na captação de glicose independente de insulina.** hu rev [Internet]. 1º de agosto de 2019 [citado 22º de abril de 2022];45(1):59-64. Disponível em:
<https://periodicos.ufjf.br/index.php/hurevista/article/view/2899>
23. ZHANG, Q. et al. **Fasting blood glucose levels in patients with different types of diseases.** Progress In Molecular Biology And Translational Science, [S.L.], p. 277-292, 2019. Elsevier
24. SBD - **Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2019-2020.** São Paulo: Clannad; 2019.

25. GROSS, JL; FERREIRA, SRG. e OLIVEIRA, JE. **Glicemia pós-prandial. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia** [online]. 2003, v. 47, n. 6 [Acessado 17 Abril 2022],pp. 728-738. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0004-27302003000600017>>. Epub 10 Mar 2004. ISSN 1677-9487.
26. NITIN, S. **HbA1c and factors other than diabetes mellitus affecting it.** Singapore Med J. 2010 Aug;51(8):616-22. PMID: 20848057.
27. ABASS. AE. et al. **Glycated hemoglobin and red blood cell indices in non-diabetic pregnant women.** Clin Pract. 2017 Jul 26;7(4):999.
28. HIGGINS T. **HbA(1c)--an analyte of increasing importance.** Clin Biochem. 2012 Sep;45(13-14):1038-45. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2012.06.006. Epub 2012 Jun 14. PMID: 22705451.

3 ANEXOS

ANEXO A - Normas da Revista Journal of Diabetes Research

For authors

Publish with Hindawi

Join our community of authors and benefit from:

- An easy-to-use manuscript submission system, without manuscript formatting requirements.
- Free of charge, full language editing report at point of submission, to help you assess and improve your manuscript prior to peer review.
- Dedicated editors who are active in their specific communities.
- High editorial standards, ensuring all published manuscripts undergo an in-depth peer review process.
- Quick, efficient publication with full transparency on all publishing metrics and turnaround times.
- Greater impact, reach, and visibility of your research through open access.
- Retention of all ownership and copyright of your published research.
- Discount on a wide range of author services from leading providers, to help make your manuscript the best it can be.

Language editing and author services

We have partnered with a number of leading author services providers to offer our authors an exclusive 10% discount on a wide range of manuscript preparation and post-publication services. This discount applies to various language editing, translation, and research communication services. Learn more about author services.

You can make use of a free artificial intelligence (AI)-based language editing tool, Writefull, at the point of submission. Writefull will scan your manuscript and make suggestions to help improve the quality of your writing. The tool applies machine learning, trained on millions of published scientific articles, and suggests improvements to grammar, spelling, and academic language.

Submission

Manuscripts should be submitted by one of the authors of the manuscript through Phenom, the manuscript submission system for our journals. Only electronic PDF (.pdf) or Word (.doc, .docx, .odt, .rtf, .txt) files can be submitted through the manuscript submission system, and there is no page limit. Special characters should not be included in the file name of the main manuscript file. Submissions by anyone other than one of the authors will not be accepted. The submitting author takes responsibility for the manuscript during submission and peer review. For technical help, please contact help@hindawi.com.

Terms of submission

Manuscripts must be submitted on the understanding that they have not been published elsewhere and are only being considered by this journal. The submitting author is responsible for ensuring that the article's publication has been approved by all the other coauthors. It is also the submitting author's responsibility to ensure that the article has all necessary institutional approvals. Only an acknowledgment from the editorial office officially establishes the date of receipt. Further correspondence and proofs will be sent to the author(s) before publication, unless otherwise indicated. It is a condition of submission that the authors permit editing of the manuscript for readability. All inquiries concerning the publication of accepted manuscripts should be addressed to help@hindawi.com. All submissions are bound by Hindawi's terms of service.

Peer review

All submitted articles are subject to assessment and peer review to ensure editorial appropriateness and technical correctness.

Research published in the journal must be:

- Scientifically valid – adhering to accepted community standards of research.
- Technically accurate in its methods and results.
- Representative of a specific advance, or replication, or null/negative result, which is worthy of publication.
- As reproducible as possible – sharing underlying data, code, and supporting materials wherever able.

- Ethically sound and transparent — adhering to best practice with respect to animal and human studies, consent to publish, and clear declaration of potential conflicts of interests, both real and perceived.

In the spirit of sharing findings through our open science mission, emphasis is not placed on novelty, interest, or perceived impact. Replication studies, particularly of research published in this journal, are encouraged.

In order for an article to be accepted for publication, the assigned editor will first consider if the manuscript meets the minimum editorial standards and fits within the scope of the journal. If an article is considered suitable for the journal, the editor will ideally solicit at least two external peer reviewers (who will remain anonymous to the authors unless they choose to disclose their identity by signing the review report) to assess the article before confirming a decision to accept. Decisions to reject are at the discretion of the editor.

Our research integrity team will occasionally seek advice outside standard peer review, for example, on submissions with serious ethical, security, biosecurity, or societal implications. We may consult experts and the editor before deciding on appropriate actions, including but not limited to: recruiting reviewers with specific expertise, assessment by additional editors, and declining to further consider a submission.

Concurrent submissions

In order to ensure sufficient diversity within the authorship of the journal, authors will be limited to having three manuscripts under review at any point in time. If an author already has three manuscripts under review in the journal, they will need to wait until the review process of at least one of these manuscripts is complete before submitting another manuscript for consideration. This policy does not apply to editorials or other non-peer-reviewed manuscript types.

Article processing charges

The journal is open access. Article processing charges (APCs) allow the publisher to make articles immediately available online to anyone to read and reuse upon publication.

Preprints

Hindawi supports the deposition of manuscripts in preprint servers, and does not consider this to compromise the novelty of the results. Articles based on content previously made public only on a preprint server, institutional repository, or in a thesis will be considered. The preprint should be cited.

Preregistration of studies

Authors are encouraged to indicate whether the conducted research was preregistered in an independent, institutional registry (e.g., <http://clinicaltrials.gov/>, <https://www.socialscienceregistry.org/>, <http://osf.io/>, <https://egap.org/registry/>, <http://ridie.3ieimpact.org/>). Preregistration of studies involves registering the study design, variables, and treatment conditions prior to conducting the research.

Preregistration of analysis plans

Authors are encouraged to indicate whether or not the conducted research was preregistered with an analysis plan in an independent, institutional registry (e.g., <http://clinicaltrials.gov/>, <https://www.socialscienceregistry.org/>, <http://osf.io/>, <https://egap.org/registry/>, <http://ridie.3ieimpact.org/>). Preregistration of studies involves registering the study design, variables, and treatment conditions. Including an analysis plan involves specification of sequence of analyses or the statistical model that will be reported.

ORCID

Prior to publication, an ORCID iD must be provided for the corresponding author(s). If you already have an ORCID iD, you will be asked to provide it. If you haven't registered with ORCID yet, we'll help you create an iD at the point of submission. The ORCID is not required for submission, or for peer review, but we will not be able to publish your article online until an ORCID iD is provided.

Article types

The journal will consider the following article types:

Research articles

Research articles should present the results of an original research study. These manuscripts should describe how the research project was conducted and provide a thorough analysis of the results of the project. Systematic reviews may be submitted as research articles.

Reviews

A review article provides an overview of the published literature in a particular subject area.

Formatting

An optional research article manuscript template can be downloaded [here](#). We recommend that all manuscripts include line numbers and follow the structure below:

Title and authorship information

The following information should be included:

- Manuscript title
- Full author names
- Full institutional mailing addresses
- Email addresses

Affiliations. Hindawi Limited remains neutral with regard to jurisdictional claims in institutional affiliations. Responsibility for affiliations ultimately rests with the author, although Hindawi may request changes be made to countries listed in affiliations to ensure consistency across published output (for indexing and discovery reasons).

Abstract

The manuscript should contain an abstract. The abstract should be self-contained, citation-free, and should not exceed 300 words.

Introduction

This section should be succinct, with no subheadings.

Materials and methods

The methods section should provide enough detail for others to be able to replicate the study. If you have more than one method, use subsections with relevant headings, e.g. different models, in vitro and in vivo studies, statistics, materials and reagents, etc.

Hindawi journals have no space restriction on methods. Detailed descriptions of the methods (including protocols or project descriptions) and algorithms may also be uploaded as supplementary information or a previous publication that gives more details may be cited. If the method from a previous article is used then this article must be cited and discussed. If wording is reused from a published article then this must be noted, e.g. This study uses the method of Smith et al. and the methods description partly reproduces their wording [1].

If a method or tool is introduced in the study, including software, questionnaires, and scales, the license this is available under and any requirement for permission for use should be stated. If an existing method or tool is used in the research, the authors are responsible for checking the license and obtaining any necessary permission. If permission was required, a statement confirming permission was granted should be included in the materials and methods section.

Publishing protocols. We encourage authors describing any methodology, in particular laboratory-based experiments in the life sciences but also computational and bioinformatics protocols, to upload details of their methods to [protocols.io](https://www.protocols.io). This is an open access website that allows researchers to record their methods in a structured way, obtain a DOI to allow easy citation of the protocol, collaborate with selected colleagues, share their protocol privately for journal peer review, and choose to make it publicly available. Once published, the protocol can be updated and cited in other articles.

You can make your protocol public before publication of your article if you choose, which will not harm the peer review process of your article and may allow you to get comments about your methods to adapt or improve them before you submit your article (see also the [protocols.io](https://www.protocols.io) FAQ page).

Results and discussion

This section may be divided into subsections or may be combined.

Main text (review only)

This section may be divided into subsections or may be combined.

Conclusions

This should clearly explain the main conclusions of the article, highlighting its importance and relevance.

Data availability

This statement should describe how readers can access the data supporting the conclusions of the study and clearly outline the reasons why unavailable data cannot be released.

Conflicts of interest

Authors must declare all relevant interests that could be perceived as conflicting. Authors should explain why each interest may represent a conflict. If no conflicts exist, the authors should state this. Submitting authors are responsible for coauthors declaring their interests.

Conflicts of interest (COIs, also known as ‘competing interests’) occur when issues outside research could be reasonably perceived to affect the neutrality or objectivity of the work or its assessment. For more information, see our publication ethics policy. Authors must declare all potential interests – whether or not they actually had an influence – in the conflicts of interest section, which should explain why the interest may be a conflict. If there are none, the authors should state: “The author(s) declare(s) that there is no conflict of interest regarding the publication of this article”. Submitting authors are responsible for coauthors declaring their interests. Declared conflicts of interest will be considered by the editor and reviewers, and included in the published article.

Authors must declare current or recent funding (including for article processing charges) and other payments, goods or services that might influence the work. All funding, whether a conflict or not, must be declared in the funding statement. The involvement of anyone other than the authors who: i) has an interest in the outcome of the work; ii) is affiliated to an organization with such an interest; or iii) was employed or paid by a funder, in the commissioning, conception, planning, design, conduct, or analysis of the work, the preparation or editing of the manuscript, or the decision to publish must be declared.

You may be asked to make certain changes to your manuscript as a result of your declaration. These requests are not an accusation of impropriety. The editor or reviewer is helping you to protect your work against potential criticisms.

If you are in any doubt about declaring a potential conflict, remember that if it is revealed later – especially after publication – it could cause more problems than simply declaring it at the time of submission. Undeclared conflicts of interest could lead to a corrigendum or, in the most serious cases, a retraction.

Funding statement

Authors must state how the research and publication of their article was funded, by naming financially supporting body(s) (written out in full) followed by associated grant number(s) in square brackets (if applicable), for example: “This work was supported by the Engineering and Physical Sciences Research Council [grant numbers xxxx, yyyy]; the National Science Foundation [grant number zzzz]; and a Leverhulme Trust Research Project Grant”.

If the research did not receive specific funding, but was performed as part of the employment of the authors, please name this employer. If the funder was involved in the manuscript writing, editing, approval, or decision to publish, please declare this.

Acknowledgments

All acknowledgments (if any) should be included at the very end of the manuscript before the references. Anyone who made a contribution to the research or manuscript, but who is not a listed author, should be acknowledged (with their permission).

References

Authors may submit their references in any style. If accepted, these will be reformatted in Chicago style by Hindawi. Authors are responsible for ensuring that the information in each reference is complete and accurate. All references should be numbered consecutively in the order of their first citation. Citations of references in the text should be identified using numbers in square brackets e.g., “as discussed by Smith [9]”; “as discussed elsewhere [9, 10]”. All references should be cited within the text and uncited references will be removed.

Citation standards. All data, program code, and other methods should be appropriately cited. Such materials should be recognized as original intellectual contributions and afforded recognition through citation.

Date formatting

Hindawi recommends writing dates out fully to avoid confusion with different all-numeral date styles. For example, 11/10/2018 could be 10 November 2018 or 11 October 2018 depending on the reader, therefore, the date should be written out in full. For example, the date September 1, 2018 should be used rather than 01/09/2018 or 09/01/2018.

Units of measurement

Units of measurement should be presented simply and concisely using the International System of Units (SI).

Preparation of figures

Upon submission of an article, authors should include all figures and tables in the PDF file of the manuscript. Figures and tables should not be submitted in separate files. If the article is accepted, authors will be asked to provide the source files of the figures. Each figure should be supplied in a separate electronic file. All figures should be cited in the manuscript in a consecutive order. Figures should be supplied in either vector art formats (Illustrator, EPS, WMF, FreeHand, CorelDraw, PowerPoint, Excel, etc.) or bitmap formats (Photoshop, TIFF, GIF, JPEG, etc.). Bitmap images should be of 300 dpi resolution at least unless the resolution is intentionally set to a lower level for scientific reasons. If a bitmap image has labels, the image and labels should be embedded in separate layers.

Maps. Hindawi Limited remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps. For reasons of consistency, authors are requested to use accepted standard maps as the basis for map figure drawing, for example using the latest standard base-map of Map Press. Responsibility for maps rests with the author and it is their responsibility to also provide any copyright or licence information when using maps that are not owned or created by the author (e.g. Google Maps, etc.)

Preparation of tables

Tables should be cited consecutively in the text. Every table must have a descriptive title and if numerical measurements are given, the units should be included in the column heading. Vertical rules should not be used.

Supplementary materials

Supplementary materials are the additional parts to a manuscript, such as audio files, video clips, or datasets that might be of interest to readers. Authors can submit one file of supplementary material along with their manuscript through the manuscript submission system. If there is more than one file, they can be uploaded as a .ZIP file.

A section titled supplementary material should be included before the references list with a concise description for each supplementary material file. Supplementary materials are not modified by our production team. Authors are responsible for providing the final supplementary material files that will be published along with the article.

Proofs

Corrected proofs must be returned to the publisher within two to three days of receipt. The publisher will do everything possible to ensure prompt publication.

Copyright and permissions

Authors retain the copyright of their manuscripts, and all open access articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited.

The use of general descriptive names, trade names, trademarks, and so forth in this publication, even if not specifically identified, does not imply that these names are not protected by the relevant laws and regulations. The submitting author is responsible for securing any permissions needed for the reuse of copyrighted materials included in the manuscript.

While the advice and information in this journal are believed to be true and accurate on the date of its going to press, neither the authors, the editors, nor the publisher can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made. The publisher makes no warranty, express or implied, with respect to the material contained herein.

Reporting guidelines

Authors are strongly encouraged to use appropriate reporting guidelines when preparing and submitting manuscripts, to maximize transparency and reproducibility. Our editors and

reviewers are also encouraged to use them in the review process. Completed checklists should be provided in the supplementary files on submission. We particularly encourage the use of:

- CONSORT for randomized controlled trials
- TREND for non-randomized trials
- PRISMA for systematic review and meta-analyses
- CARE for case reports
- STROBE for observational studies
- STREGA for genetic association studies
- SRQR for qualitative studies
- STARD for diagnostic accuracy studies
- ARRIVE for animal experiments

Ethical guidelines

In any studies on human or animal subjects, the following ethical guidelines must be observed. For any experiments on humans, all work must be conducted in accordance with the Declaration of Helsinki (1964). Manuscripts describing experimental work that carries a risk of harm to human subjects must include a statement that the experiment was conducted with the human subjects' understanding and consent, as well as a statement that the responsible ethics committee has approved the experiments. In the case of any animal experiments, the authors must provide a full description of any anesthetic or surgical procedure used, as well as evidence that all possible steps were taken to avoid animal suffering at each stage of the experiment.

Appeals

Authors may appeal if they feel that the decision to reject was based on: i) a major misunderstanding over a technical aspect of the manuscript; or ii) a failure to understand the scientific advance shown by the manuscript. Appeals requesting a second opinion without sufficient justification will not be considered. To lodge an appeal, please contact the journal by email, quoting your manuscript number. Appeals will only be considered from the original submitting author.