

Guia 1

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU

LUENI GRENNER DA SILVA CASTRO CUNHA

TAILA BELOTO LOZANO

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO COMBINADO NO CONTROLE DA
GLICEMIA CAPILAR E PERFIL GLICÊMICO DE PESSOAS IDOSAS COM
DIABETES MELLITUS TIPO II E NEUROPATIA DIABÉTICA PERIFÉRICA**

São Paulo

2025

LUENI GRENNER DA SILVA CASTRO CUNHA
TAILA BELOTO LOZANO

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO COMBINADO NO CONTROLE DA
GLICEMIA CAPILAR E PERFIL GLICÊMICO DE PESSOAS IDOSAS COM
DIABETES MELLITUS TIPO II COM E SEM NEUROPATIA DIABÉTICA
PERIFÉRICA**

Projeto de Iniciação Científica elaborado na
Universidade São Judas Tadeu como
requisito obrigatório para a publicação de
um artigo científico.

Orientadora: Prof^a Dra. Angelica Castilho Alonso

Coorientador: Prof^o M. Matheus Henrique dos Santos Lino

SÃO PAULO
2025

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Este projeto de pesquisa para desenvolvimento da dissertação de mestrado está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências de acordo com a NBR 6023:2023, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece as diretrizes para a elaboração de referências e especificações bibliográficas em documentos.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals Indexed in Index Medicus.

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar e comparar os níveis de glicemia capilar em pessoas idosas com Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) com e sem Neuropatia Diabética Periférica (NPD) antes e após a implementação de um programa de treinamento combinado. **MÉTODOS:** Trata-se de um estudo experimental, com 51 pessoas idosas com DMT2 (65 a 79 anos), que foram divididos em dois grupos: com NPD (n= 24) e sem NPD (SNPD n= 27), classificados de acordo com a avaliação do teste MNSI-Brasil utilizando um sistema Fuzzy, com ponto de corte de $\geq 2,5$. Todos os participantes realizaram medidas de glicemia capilar do glicosímetro antes e após cada sessão de treinamento e foi analisado o perfil glicêmico antes e pós intervenção. O TC foi realizado por 12 semanas, duas vezes por semana, totalizando em 24 sessões treinamento, onde foram realizados exercícios destinados aos grandes grupos musculares: Leg-press, Calf, Chair press, remada, flexores crurais e abdominais. E o treinamento aeróbio foi de 30 minutos em bicicleta numa velocidade de intensidade moderada. Para análise dos resultados, foi utilizado o software SAS On demand for Academics, onde as 24 sessões foram organizadas em três fases: a primeira analisou as sessões 1 a 8; a segunda, as sessões 9 a 16; e a terceira, as sessões 17 a 24. Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (parecer nº 6.223.888) e registrado no ReBEC (RBR-6d43xbb). **RESULTADOS:** Na comparação do momento pré, o grupo SNPD comparado com o grupo NPD foi semelhante na linha de base do estudo ($p=0,48$). Não houve diferença significativa na glicemia entre grupos ao longo do programa de exercícios, no tempo inicial definido entre as sessões 1 e 8 ($p=0,38$), entre as sessões 9 a 16 ($p=0,09$) e 17 e 24 ($p=0,10$) e no momento pós também não houve diferença significativa entre as sessões 1 e 8 ($p=0,30$), entre as sessões 9 a 16 ($p=0,32$) e 17 e 24 ($p=0,27$). E para o perfil glicêmico não houve diferença entre os grupos. **CONCLUSÃO:** O TC mostrou que ambos os grupos apresentaram valores glicêmicos semelhantes no momento pré e houve uma redução na glicemia pós exercício em ambos o grupo de maneira idêntica, bem como o perfil glicêmico.

Objetivo de Desenvolvidimentos Sustentável (ODS): Saúde e Bem-Estar.

Descritores: Diabetes Mellitus; Idosos; Neuropatias Diabéticas; Exercício Físico.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To evaluate and compare capillary blood glucose levels in elderly individuals with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) with and without Peripheral Diabetic Neuropathy (PDN) before and after the implementation of a combined training program (CT). **METHODS:** This was an experimental study involving 51 elderly individuals with T2DM (aged 65 to 79 years), who were divided into two groups: with PDN (n=24) and without PDN (WPDN n=27). Classification was performed using the MNSI-Brazil test evaluated with a Fuzzy system, with a cutoff point of 2.5. All participants had capillary blood glucose measured using a glucometer before and after each training session, and the glycemic profile was analyzed pre- and post-intervention. The CT was conducted for 12 weeks, twice a week, totaling 24 training sessions. Exercises targeting the major muscle groups were performed: Leg Press, Calf, Chair Press, Rowing, Hamstring curls, and Abdominals. Aerobic training consisted of 30 minutes on a bicycle at a moderate intensity. For the results analysis, the SAS On-demand for Academics software was used, and the 24 sessions were organized into three phases: the first analyzed sessions 1 to 8; the second, sessions 9 to 16; and the third, sessions 17 to 24. The study was approved by the Research Ethics Committee (Opinion No 6.223.888) and registered in ReBEC (RBR-6d43xbb). **RESULTS:** In the pre-intervention comparison, the WPDN group, compared to the PDN group, was similar at baseline ($p=0.48$). There was no significant difference in blood glucose between groups throughout the exercise program: at the initial time defined between sessions 1 and 8 ($p=0.38$), between sessions 9 and 16 ($p=0.09$), and between sessions 17 and 24 ($p=0.10$). Post-intervention, there was also no significant difference between sessions 1 and 8 ($p=0.30$), between sessions 9 and 16 ($p=0.32$), and between sessions 17 and 24 ($p=0.27$). Furthermore, there was no difference in the glycemic profile between the groups. **CONCLUSION:** The CT demonstrated that both groups presented similar blood glucose values pre-intervention, and there was an identical reduction in post-exercise blood glucose in both groups, as well as the glycemic profile.

Sustainable Development Goals (SDGs): Health and Wellbeing.

Keywords: Diabetes Mellitus; Elderly; Diabetic Neuropathies; Physical Exercise

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional é um fenômeno global e crescente, com destaque no Brasil, onde dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) e da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2023) apontam um aumento contínuo no número de pessoas com 60 anos ou mais. Esse processo impõe desafios significativos aos sistemas de saúde, especialmente no manejo de doenças crônicas prevalentes entre pessoas idosas, como o Diabetes Mellitus tipo 2 (DMT2). Entre essas crônicas o Diabetes Mellitus tipo 2 destaca-se pela alta prevalência e impacto sobre a funcionalidade.

O DMT2 é uma condição metabólica caracterizada por hiperglicemia persistente decorrente da resistência à insulina e/ou da disfunção na secreção desse hormônio. Em pessoas idosas, essa doença é ainda mais preocupante devido às alterações fisiológicas próprias do envelhecimento, como a redução da função renal, da capacidade de regeneração celular e da resposta imune, além de alterações na microcirculação. Essas mudanças aumentam a vulnerabilidade das pessoas idosas às complicações do diabetes, como a retinopatia, nefropatia, cardiopatias e, especialmente, a Neuropatia Periférica Diabética (NPD) (Franceschi et al., 2018; Sinclair et al., 2020).

A NPD é uma complicação microvascular crônica do DMT2 que afeta os nervos periféricos, podendo causar dor, perda de sensibilidade e prejuízos à locomoção, o que compromete de forma significativa a funcionalidade e a qualidade de vida dos idosos. A coexistência entre DMT2 e NDP impõe maior complexidade ao cuidado clínico e demanda intervenções específicas que atuem na melhora do controle metabólico e funcional dessa população (Pop-Busui et al., 2017; Sinclair et al., 2020).

Diante dessas complicações, o exercício físico tem se consolidado como uma importante ferramenta terapêutica. Entre as estratégias terapêuticas não farmacológicas, o treinamento físico combinado (que associa exercícios aeróbicos e de resistência) tem se mostrado uma abordagem eficaz no manejo do DMT2. Evidências apontam que esse tipo de intervenção promove melhorias no controle glicêmico, composição corporal, capacidade cardiorrespiratória, força muscular, perfil lipídico e sensibilidade à insulina, superando os efeitos de intervenções aeróbicas ou resistidas isoladas (Colberg et al., 2010; American Diabetes Association, 2022). O treinamento combinado envolve a associação de exercícios aeróbicos e resistidos aplicados em intensidade e frequência controladas.

O controle glicêmico é essencial na prevenção de complicações do diabetes, sendo o perfil glicêmico refletido pela variação das concentrações de glicose no sangue ao longo do

tempo um parâmetro sensível para avaliar a eficácia de intervenções terapêuticas e orientar condutas personalizadas. Nesse contexto, a glicemia capilar se destaca como um método rápido, acessível e de baixo custo para monitoramento da glicose sanguínea, permitindo a detecção de alterações imediatas nos níveis glicêmicos. Por refletir de forma sensível as respostas metabólicas a curto prazo, este indicador é amplamente utilizado tanto na prática clínica quanto em estudos de intervenção, fornecendo dados confiáveis sobre o efeito de estratégias terapêuticas, como programas de exercício físico, na regulação glicêmica de pessoas idosas com DMT2. Além disso, sua aplicabilidade em diferentes contextos, aliada à facilidade de execução e mínima invasividade, torna a glicemia capilar uma ferramenta essencial para acompanhamento contínuo e tomada de decisão em cuidados individualizados.

Considerando o impacto funcional e metabólico da NPD, compreender a resposta glicêmica ao treinamento combinado pode subsidiar estratégias de reabilitação e autocuidado em idosos diabéticos.

OBJETIVOS

Avaliar e comparar os níveis de glicemia capilar em pessoas idosas com Diabetes Mellitus Tipo 2 com e sem Neuropatia Diabética Periférica antes e após a implementação de um programa de treinamento combinado.

MÉTODOS

DESENHO DO ESTUDO E ÉTICA

Trata-se de um ensaio clínico, do tipo experimental, duplo cego aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade São Judas Tadeu nº CAEE 70431623.20000.008, parecer nº 6.223.888.

LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na Universidade São Judas Tadeu (USJT) em parceria com o Laboratório de Estudo do Movimento (LEM) do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT-HC-FMUSP).

PARTICIPANTES E RECRUTAMENTO

A população do estudo foi composta por 50 participantes, de ambos os sexos e que vivem com a DMT2 com idade entre 65 a 79 anos.

Foram os critérios de inclusão: Diagnóstico de DMT2 há mais de dois anos; com dose estável de medicação (antidiabéticos orais ou insulina ou combinação de ambos) há mais de um ano; HbA1c entre 6 e 9,0%; pontuação Montreal Cognitive Assessment (MoCA) acima de 26 pontos para escolaridade de oito anos de estudo; sem outras lesões ortopédicas, dor, qualquer tipo de doença incapacitante ou cirurgias pregressas que pudesse impedir o treinamento físico; em casos de pacientes hipertensos, com pressão arterial controlada.

Critérios de exclusão: Impossibilidade de realização das avaliações e reavaliações.

Procedimentos

Os participantes foram contatados pelo LEM por meio de uma carta convite, na qual foram esclarecidas todas as informações sobre as condições do estudo e as demais dúvidas.

Após a aceitação, entregaram duas vias do TCLE, contendo espaço para o aceite da pesquisa e a assinatura dos pesquisadores; uma cópia ficou retida pelos pesquisadores e a outra com os participantes.

Em seguida, preenchemos uma ficha com informações pessoais dos participantes e realizamos uma avaliação de membros inferiores para classificar os participantes com NPD. Os que preencheram os critérios de inclusão, foram convidados a participar da intervenção do estudo.

INSTRUMENTOS

CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA

Foi avaliado os dados sociodemográficos conforme o, com questões relativas à identificação (dados pessoais), como: sexo, idade, data de nascimento, tempo de diagnóstico clínico da DMT2, hipoglicemiantes oral usados, se faz uso de insulina, comorbidades, valor da última glicemia de jejum, Índice de Massa Corporal (IMC), e os sinais e sintomas dos membros inferiores. Este questionário também foi usado para a inclusão dos participantes, e teve a duração máxima de 10 minutos.

AValiação de Neuropatia de Michigan (MNSI-BRASIL)

Foi aplicado o MNSI-Brasil (Oliveira *et al.*, 2016), onde este instrumento é dividido em duas etapas, sendo a primeira um questionário auto preenchido pelo paciente com 15

perguntas relacionadas aos sinais e sintomas dos membros inferiores e a outra etapa realizada pelo enfermeiro, seguindo as etapas:

APARÊNCIA DOS PÉS

Ao exame físico, realizamos primeiramente a inspeção da aparência dos pés, para analisar qualquer tipo de deformidades, podendo ser classificados como: Dedos em garra; Dedos em Martelo; Hálux valgo; Pé plano e Pé cavo.

ALTERAÇÕES DOS PÉS

O segundo teste foi das alterações dos pés, os pesquisadores realizaram a inspeção da região plantar e puderam classificar ambos dos pés que tiveram alterações como: Lesão (L), Calos (C) e Rachaduras (R).

SENSIBILIDADE TÁTIL

Esse teste é realizado por meio da inspeção de três pontos específicos nos pés com um monofilamento de náilon, verificando a ausência ou a presença da sensibilidade plantar. Com a pessoa idosa deitada confortavelmente em uma maca em decúbito dorsal, primeiro foi demonstrado o teste na mão para melhor compreensão; em seguida a pessoa idosa foi orientada a fechar os olhos e o monofilamento tocado três vezes na região plantar, em sequência aleatória, nos seguintes pontos: 1º pododáctilo, 1º e 5º metatarsos. Solicitamos que a pessoa idosa manifeste oralmente, quando sentir o toque. Sua duração ocorreu em aproximadamente 5 minutos (IWGDF, 2019).

SENSIBILIDADE VIBRATÓRIA

O teste de sensibilidade vibratória foi testado bilateralmente utilizando um diapasão de 128Hz colocado sobre o dorso do hálux na proeminência óssea da articulação metatarsofalangeana. Com a pessoa idosa deitada confortavelmente em uma maca em decúbito dorsal, primeiro foi demonstrado o teste na mão para melhor compreensão; em seguida a pessoa idosa foi orientada a fechar os olhos e o diapasão aplicado na região plantar, em sequência aleatória. A pessoa idosa foi orientada a indicar quando sentir a vibração vinda do diapasão até a mesma acabar, podendo classificá-la como “sinto, bastante, pouco e não sinto”. A vibração teve a duração de 10 (dez) segundos aproximadamente, sendo realizada três tentativas em cada região. A vibração foi pontuada como “presente”, se depois que a pessoa idosa relatar o término da vibração o examinador ainda sentir em seu dedo, por um período < 10 segundos; “reduzida”, se sentir por período $\geq$ 10 segundos; e ou “ausente”, se a

pessoa idosa não detectar a vibração. A duração será de aproximadamente de 5 a 7 minutos (Oliveira *et al.*, 2016).

AVALIAÇÃO DA GLICEMIA CAPILAR

A avaliação da glicemia capilar foi realizada antes do início do programa de treinamento combinado e imediatamente após sua conclusão. O procedimento foi realizado utilizando um glicosímetro devidamente calibrado, seguindo as recomendações do fabricante para garantir a precisão das medições. A coleta de sangue foi feita através da punção da polpa digital com uma lanceta descartável, após assepsia com álcool 70%. A primeira gota de sangue foi desprezada, e a segunda foi utilizada para a leitura da glicemia capilar. Os valores obtidos foram registrados para análise comparativa.

INTERVENÇÕES

O treinamento físico foi realizado por dois profissionais especializados.

TREINAMENTO COM EXERCÍCIO RESISTIDO

As sessões de treinamento tiveram uma frequência de duas vezes por semana, durante 12 semanas. Foram realizados seis exercícios destinados aos grandes grupos musculares: “press” peitoral, remada, leg-press, cadeira extensora, flexões plantares dos gastrocnêmios e flexões abdominais. Em cada exercício foram realizadas 3 séries entre 8 a 12 repetições. A intensidade ficou entre 7 - 8 e foi monitorada de acordo com a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) utilizando uma escala de 0 a 10, seguindo recomendações do American College Of Sports Medicine- ACSM (2009). A escala escolhida foi a OMNI Resistance Exercise, por ter boa validade no controle de intensidade no treinamento de força. A escala foi explicada em detalhes aos participantes e aplicada ao final de cada série. Caso os indivíduos consigam realizar mais de 12 repetições em 2 sessões de treino consecutivas, o peso será reajustado conforme recomendações (Lagally & Robertson, 2006). Para cada exercício foi realizada uma série de aquecimento com pesos entre 4-5 da PSE. O intervalo de descanso entre séries e exercícios foi de um a dois minutos. Todas as sessões receberam supervisão direta de um profissional treinado e experiente na prescrição do exercício resistido.

TREINAMENTO INTERVALADO

O modelo utilizado no presente estudo foi o treinamento aeróbio intervalado com duração de 30 minutos em bicicleta estacionária seguindo as etapas: A mesma velocidade foi mantida por três minutos como estímulo de baixa intensidade correspondente ao ponto ótimo cardiorrespiratório (POC) e dois minutos na carga correspondente ao LV2 como estímulo de alta intensidade em rampa. Um monitor de frequência cardíaca (Polar F1 TM) foi utilizado durante o treinamento aeróbio para controlar a intensidade do exercício e a sensação de cansaço será quantificada pela escala de Borg.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram armazenados e analisados no programa Jamovi. A normalidade e homogeneidade das variâncias e a aderência a curva de Gauss foram obtidas por meio dos testes de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. A análise descritiva da amostra foi realizada pela média e desvio padrão. As variáveis qualitativas foram apresentadas em termos de seus valores absolutos e relativos. Para verificar a associação entre as variáveis qualitativas foi utilizado o teste de Qui-quadrado. O test T Student foi utilizado para comparar a linha de base da amostra quantitativa.

Para a análise da glicemia diária foi utilizado o modelo de semi-paramétricos utilizando o software SAS. As 24 sessões foram agrupadas em três tempos, sendo o primeiro, incluindo sessões 1 a 8, o segundo 9 a 16 e o terceiro 17 a 24. O nível de significância aceito para as análises foi de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Participaram deste estudo 51 pessoas idosas, no qual foram alocadas nos grupos: NPD ($n = 24$) e SNPD ($n = 27$). Houve diferença entre os grupos, como esperado, apenas no grau de NPD ($p < 0,001$) que está descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos grupos SNPD e NPD participantes do estudo.

		SNPD		NPD		x ²	p-valor
		n	%	n	%		
Sexo							
	Masculino	16	59,3	14	58,3	0,00	0,94
	Feminino	11	40,7	10	41,7		
Faz uso de Insulina?							
	Sim	3	11,1	8	33,3	3,71	0,05*
	Não	24	88,9	16	66,7		
Faz Uso de Tabaco?							
	Não	16	59,3	8	33,3	3,89	0,14
	Ex-tabagista	10	37,0	13	54,2		
	Tabagista	1	3,7	3	12,5		
Faz Consumo de Bebida Alcoólica?							
	Não	15	55,6	11	45,8	0,48	0,48
	Sim	12	44,4	13	54,2		
Antidiabéticos de uso contínuo							

Biguanidas	14	45,2	17	54,8	1,92	0,16
Sulfonilurías	5	50,0	5	50,0	0,04	0,83
Inibidores de DPP-IV	3	75,0	1	25,0	0,84	0,35
Terapia Mista	2	100,0	0	0,0	1,85	0,17
Inibidores de SGLT2	6	54,5	5	45,5	0,01	0,90
Outros	3	33,3	6	66,7	1,69	0,19

Chi-square test

***p<0,05**

Legenda: SNPD - sem neuropatia diabética; NPD - neuropatia periférica diabética; n - número; % - porcentagem; χ^2 - qui-quadrado.

Para a análise do perfil glicêmico, não houve diferenças estatisticamente significantes (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação do Perfil Glicêmico entre Grupos com e sem Neuropatia Periférica Diabética após Intervenção Treinamento Combinado.

	NPD		SNPD		p-valor
	Pré M (dp)	Pós M (dp)	Pré M (dp)	Pós M (dp)	
	MD (IC 95%)		MD (IC 95%)		
Glicose (mg/dL)	130,33 (33,8)	130,04 (35,2)	120,26 (38,6)	117,07 (31,9)	0,64
	-0,29 (-9,89 a 9,30)		-3,18 (-11,23 a 4,86)		
Insulina (U/mL)	14,8 (8,1)	13,97 (6,9)	12,32 (13,5)	11,56 (15,1)	0,91
	-0,64 (-2,08 a 0,78)		-0,52 (-2,28 a 1,23)		
HbA1c (%)	7,04 (1,1)	6,8 (0,9)	6,93 (1,1)	6,7 (0,9)	0,94
	-0,23 (-0,53 a 0,06)		-0,22 (-0,40 a -0,05)		
Frutosamina (umo/L)	300,25 (50,7)	281,35 (52,5)	303,85 (46,2)	295,63 (45,1)	0,16
	-17,43 (-27,37 a -7,49)		-8,22 (-17,09 a 0,62)		

Teste de Modelos Lineares Generalizados

***p<0,05**

Legenda: M - média; dp - desvio-padrão; MD - média da diferença; IC - intervalo de confiança; HbA1c - hemoglobina glicada.

COMPORTAMENTO GLICÊMICO AO LONGO DAS 24 SESSÕES

Os grupos NPD e SNPD foram semelhantes na linha de base do estudo (p=0,14). As análises comparativas entre tempos e grupos demonstraram variações ao longo do programa

de exercícios com redução no início e ao final, porém sem significância estatística entre as sessões 1 a 8 (estimativa -12,4570; $p=0,24$) entre 9 a 16 (estimativa 1.1636 $p=0,06$) e entre 17 e 24 (estimativa -0,2167; $p=0,74$) (Figura 1).

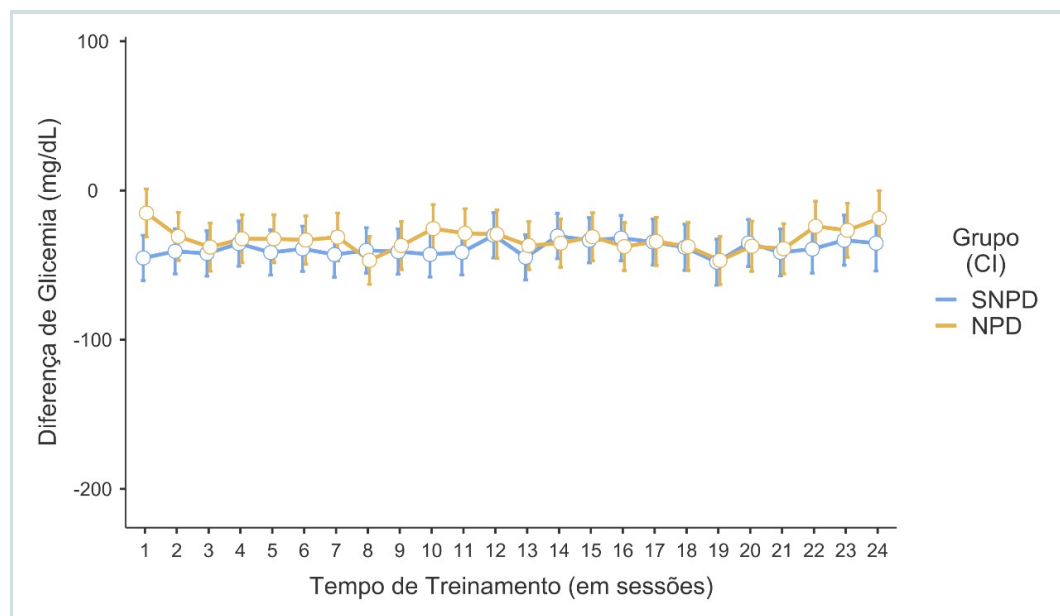


Figura 1. Comportamento glicêmico durante as sessões de treinamento.

DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo demonstraram que, após o programa de TC, observou-se uma tendência de redução da glicemia capilar ao longo das 24 sessões, no entanto, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os momentos avaliados ou entre os grupos NPD e SNPD. De forma semelhante, não houve diferença significativa no perfil glicêmico.

Os achados deste estudo corroboram parcialmente com os resultados observados em outras pesquisas que investigaram o efeito do exercício físico combinado em indivíduos com DMT2. Embora diversos autores relatam melhora no controle glicêmico após programas de exercício físico, os resultados ainda são heterogêneos e dependem da intensidade, duração e características da amostra. Tan et al. (2012) observaram redução significativa da glicemia de jejum e da HbA1c após seis meses de treinamento combinado em pessoas idosas com longa história de DMT2, sugerindo que intervenções mais prolongadas são necessárias para promover mudanças metabólicas consistentes. De forma semelhante, Su et al. (2022) relataram melhora da glicemia e da variabilidade da frequência cardíaca em mulheres idosas com DMT2 após 12 semanas de treinamento aeróbico associado ao resistido. Por outro lado,

Maiorana et al. (2002) não encontraram diferença significativa na HbA_{1c}, embora tenham identificado melhora no condicionamento físico e na sensibilidade à insulina.

Esses resultados indicam que o impacto do TC sobre o controle glicêmico pode variar conforme o tempo de intervenção, o tipo de população estudada e o controle farmacológico associado. Além disso, mudanças no perfil glicêmico, especialmente na HbA_{1c}, tendem a ocorrer após períodos mais longos de intervenção (≥ 24 semanas) e em participantes com níveis basais mais elevados de glicemia (LIU et al., 2015).

Outro aspecto relevante é a presença de neuropatia diabética em parte dos participantes. A neuropatia pode reduzir a eficiência metabólica muscular, a perfusão periférica e a resposta adaptativa ao exercício, dificultando melhorias significativas na homeostase glicêmica (SU et al., 2022). Ademais, o grupo NPD apresentou maior uso de insulina em comparação ao grupo SNPD ($p = 0,05$), o que pode ter influenciado a resposta glicêmica e aumentado a variabilidade intra e intergrupos.

Entre as limitações do presente estudo destacam-se o tamanho amostral relativamente reduzido, a curta duração da intervenção e a ausência de controle detalhado da dieta e da intensidade do exercício. Apesar dessas limitações, o estudo apresenta relevância clínica e científica ao investigar uma população pouco explorada, pessoas idosas com DMT2 e NPD, em um contexto de intervenção supervisionada.

Em síntese, o programa de treinamento combinado proposto não promoveu alterações estatisticamente significativas no perfil glicêmico dos participantes, embora tenha demonstrado tendência de redução da glicemia capilar ao longo das sessões. Esses resultados estão em consonância com parte da literatura, que mostra que os efeitos do exercício sobre o controle glicêmico em pessoas idosas com DMT2 podem ser sutis em curto prazo, especialmente na presença de complicações como a NPD. Assim, reforça-se a importância de intervenções mais prolongadas e multifatoriais para alcançar melhorias clínicas relevantes no controle metabólico dessa população.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o programa de TC, composto por exercícios resistidos e aeróbicos, não promoveu alterações estatisticamente significativas nos níveis de glicemia capilar e no perfil glicêmico em pessoas idosas com DMT2, com ou sem NPD, após 24 sessões de intervenção.

CITAÇÕES

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação por sexo e idade: 2010–2060*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2025.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). *Envelhecimento saudável e ativo: panorama e estratégias na Região das Américas*. Brasília: OPAS, 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt>. Acesso em: 12 nov. 2025.
- FRANCESCHI, C. et al. Inflammaging: a new immune–metabolic viewpoint for age-related diseases. *Nature Reviews Endocrinology*, v. 14, n. 10, p. 576–590, 2018. DOI: 10.1038/s41574-018-0059-4.
- SINCLAIR, A. et al. Diabetes and global ageing among adults aged 65–99 years: findings from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Research and Clinical Practice*, v. 162, p. 108078, 2020. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108078.
- POP-BUSUI, C. et al. Diabetic neuropathy: a position statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, v. 40, n. 1, p. 136–154, 2017. DOI: 10.2337/dc17-2042.
- COLBERG, S. R. et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*, v. 33, n. 12, p. e147–e167, 2010. DOI: 10.2337/dc10-9990.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). *Standards of medical care in diabetes—2022*. *Diabetes Care*, v. 45, supl. 1, p. S1–S264, 2022. DOI: 10.2337/dc22-SINT.

IBGE (2020) — fonte institucional brasileira

OPAS (2023) — relatório institucional

Franceschi et al., 2018 — Nature Reviews Endocrinology

Sinclair et al., 2020 — Diabetes Research and Clinical Practice

Pop-Busui et al., 2017 — Diabetes Care

Colberg et al., 2010 — Diabetes Care

American Diabetes Association, 2022 — Diabetes Care (Standards of Care)

REFERÊNCIAS

- **Com um autor: Lino, M. H. S. Título do artigo. Nome da revista, volume(v), número (n), páginas (p), ano. DOI: link**
- **LIU, Y. et al. Effects of combined aerobic and resistance training on the glycolipid metabolism and inflammation levels in type 2 diabetes mellitus. J Phys Ther Sci, [S.l.], v. 27, n. 7, p. 2365-2371, jul. 2015. Disponível em: [doi:\\$10.1589/jpts.27.2365\\$](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149359/). Acesso em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149359/>**
- **MAIORANA, A. et al. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract, [S.l.], v. 56, n. 2, p. 115-123, mai. 2002. Disponível em: [doi:\\$10.1016/s0168-8227\(01\)00368-0\\$](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11888888/).**
- **SU, X. et al. The effects of aerobic exercise combined with resistance training on inflammatory factors and heart rate variability in middle-aged and elderly women with type 2 diabetes mellitus. Ann Noninvasive Electrocardiol, [S.l.], v. 27, n. 6, e12996, nov. 2022. Disponível em: [doi:\\$10.1111/anec.12996\\$](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36111110/).**
- **TAN, S.; LI, W.; WANG, J. Efeitos de seis meses de treinamento combinado aeróbico e de resistência para pacientes idosos com longa história de diabetes tipo 2. J Sports Sci Med, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 495-501, set. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26311110/>**