



Artigo Original

Original Article

## Efeitos de um programa de exercício físico sobre a aptidão física relacionada à saúde em mulheres com diabetes tipo 2: um estudo experimental

### *Effects of an Exercise Program on Health-Related Physical Fitness in Women with Type 2 Diabetes: An Experimental Study*

Ricardo Azevedo Cavalcanti Aragão<sup>§1,2</sup>; Anthony Rodrigues de Vasconcelos<sup>1,2</sup>; Maria Elizabeth Queiroz Holanda do Nascimento<sup>1,2</sup>; Jonathan Nicolas dos Santos Ribeiro<sup>1,2,3</sup> MSc; Keyla Brandão Costa<sup>1,2</sup> PhD; Denise Maria Martins Vancea<sup>1,2,3</sup> PhD

Recebido em: 19 de outubro de 2021. Aceito em: 23 de novembro de 2021.

Publicado online em: 09 de janeiro de 2022.

DOI: 10.37310/ref.v90i4.2809

#### Resumo

**Introdução:** Níveis adequados de aptidão física promovem benefícios à saúde e contribuem para a prevenção da diabetes evitando seu desenvolvimento ou agravamento de complicações e, também, a manutenção e melhora da capacidade funcional, inclusive na população diabética da diabetes.

**Objetivo:** Avaliar os efeitos de quatro meses de um programa de treinamento físico sobre a aptidão física relacionada à saúde e sobre a glicemia de mulheres diabéticas do tipo 2.

**Métodos:** Estudo de correlação. Amostra foi não probabilística por conveniência. Participaram oito mulheres com DM2, com média de idade de 62,8±10,2 anos de idade. O programa de treinamento consistiu em exercícios aeróbicos (dança), flexibilidade e exercícios de força. A intervenção teve duração de quatro meses e os componentes da aptidão física (flexibilidade, força, composição corporal e aptidão cardiorrespiratória) foram avaliados antes e após a intervenção; a monitorização da glicemia foi realizada antes e após cada sessão de treino.

**Resultados:** As variáveis que apresentaram resultados estatisticamente significativos foram glicemia capilar (Pré-intervenção = 157,2±29,2 mg/dL vs Pós-intervenção = 117,1±19,5 mg/dL;  $p=0,01$ ) e força do membro superior direito (Pré-intervenção = 18,2±4,0 kgf vs Pós-intervenção = 18,7±4,1 kgf;  $p=0,03$ ). Houve correlação significativa de flexibilidade do quadril (FQ) com glicemia capilar ( $r=-0,90$ ;  $p=0,001$ ).

**Conclusão:** A correlação de FQ com glicemia capilar indica que o controle glicêmico pode ter atenuado o processo de glicação, o qual interferiu positivamente nos níveis de flexibilidade.

**Palavras-chave:** aptidão física, exercício físico, diabetes mellitus tipo 2, glicemia.

#### Pontos Chave

- A intervenção promoveu melhora significativa na glicemia capilar.
- Houve aumento de força no membro superior direito.
- Houve correlação significativa de flexibilidade do quadril (FQ) com glicemia capilar.

<sup>§</sup>Autor correspondente: Ricardo Azevedo Cavalcanti Aragão – e-mail: [ricardoaragao2412@hotmail.com](mailto:ricardoaragao2412@hotmail.com)

Afiliações: <sup>1</sup>Escola Superior de Educação Física, Universidade de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil; <sup>2</sup>Grupo de Pesquisa Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis; <sup>3</sup>Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

### Abstract

**Introduction:** Adequate levels of physical fitness provide health benefits and promote the prevention, maintenance, and improvement of functional capacity, including in the diabetic population, avoiding the emergence, or worsening of diabetes complications.

**Objective:** To evaluate the effects of a four-month exercise training program on health-related physical fitness and blood glucose levels in type 2 diabetic women.

**Methods:** Correlation study. Sample was non-probabilistic for convenience. Eight women with DM2 participated, with an average age of  $62.8 \pm 10.2$ . The training program consisted of aerobic exercises (dance), flexibility and strength exercises. The intervention lasted four months and the physical fitness components (flexibility, strength, body composition and cardiorespiratory fitness), which were assessed before and after the intervention; blood glucose monitoring was performed before and after each training session.

**Results:** The variables that presented statistically significant results were capillary blood glucose (*Pre-intervention* =  $157.2 \pm 29.2$  mg/dL vs *Post-intervention* =  $117.1 \pm 19.5$  mg/dL;  $p = 0.01$ ) and strength of right upper limb (*Pre-intervention* =  $18.2 \pm 4.0$  kgf vs *Post-intervention* =  $18.7 \pm 4.1$  kgf;  $p = 0.03$ ). There was a significant correlation between hip flexibility (HF) and capillary blood glucose ( $r = -0.90$ ;  $p = 0.001$ ).

**Conclusion:** The correlation of HF with capillary blood glucose indicates that glycemic control may have attenuated the glycation process, which positively interfered with flexibility levels.

**Keywords:** physical fitness, exercise, diabetes mellitus, type 2, blood glucose.

#### Key Points

- The intervention promoted a significant improvement in capillary blood glucose.
- There was an increase in strength in the right upper limb.
- There was a significant correlation between hip flexibility and capillary blood glucose.

## Efeitos de um programa de exercício físico sobre a aptidão física relacionada à saúde em mulheres com diabetes tipo 2: um estudo experimental

### Introdução

O diabetes mellitus (DM) consiste em um distúrbio metabólico caracterizado por hiperglicemia persistente, decorrente de deficiência na produção de insulina, na ação ou produção deste hormônio, ou em ambos os mecanismos, podendo ocasionar complicações a longo prazo(1).

Para evitar o surgimento ou agravamento dessas complicações, assim como promover o controle do diabetes, deve-se priorizar uma mudança no estilo de vida com a prática de exercício físico, diminuição de hábitos sedentários, associado a uma dieta saudável e equilibrada, uso da medicação e constante apoio psicossocial(2,3).

Especificamente para o DM, a prática regular de exercícios físicos exerce influência significativa no controle dessa patologia, em razão de seus vários efeitos

benéficos sobre o controle metabólico, melhora da captação da glicose, aumento da sensibilidade à ação da insulina, redução da glicemia capilar, glicemia de jejum e hemoglobina glicada(4).

Maiores níveis de aptidão física induzida pelo exercício físico fornecem benefícios adicionais à saúde e estão associados a um menor risco de mortalidade por todas as causas em adultos ao longo da vida(5,6). O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACMS), elenca em suas diretrizes os componentes da aptidão física relacionada à saúde que são, a composição corporal, força (aptidão muscular), flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória(5).

O fortalecimento desses componentes da aptidão física também é de extrema importância para a mulher idosa, visto que há grande associação do Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) com o avanço da idade(1).

Esses componentes estão diretamente associados à sua independência, melhora da fragilidade, autonomia na execução de suas atividades da vida diária e seu bem-estar funcional(7,8).

Diversos fatores influenciam negativamente o estado de saúde de mulheres com mais de 40 anos, entre eles problemas relacionados a má distribuição de gordura corpórea, alterações metabólicas, doenças musculoesqueléticas e neuromusculares, que vêm sendo relacionadas à idade e ao sexo do indivíduo(9,10). O aumento da vulnerabilidade feminina durante o processo de envelhecimento, os problemas de saúde relacionados a mudanças nas aptidões físicas, bem como o predomínio de idosos do sexo feminino na população, justificam a importância de pesquisas neste grupo(11).

A literatura existente é consistente em apresentar os benefícios do exercício físico para o controle do diabetes(12-14), todavia, são escassos estudos que tenham investigado a relação de componentes da aptidão física com as taxas glicêmicas, identificando quais desses componentes têm melhor correlação com o controle glicêmico.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de quatro meses de um programa de treinamento físico sobre a aptidão física relacionada à saúde e sobre a glicemia de mulheres diabéticas do tipo 2. Além disso, foi objetivo identificar qual componente da aptidão física apresentaria maior correlação com as taxas glicêmicas das pacientes.

## **Métodos**

### *Desenho de estudo e amostra*

Estudo experimental, com amostra não probabilística por conveniência. Do qual participaram oito mulheres com diabetes tipo 2, integrantes do Doce Vida - Programa de Exercício Supervisionado para Diabéticos da Escola Superior de Educação Física (ESEF) da Universidade de Pernambuco (UPE). Os critérios de inclusão foram: ser diabética tipo 2, ter praticado no mínimo quatro meses do protocolo de

treinamento do programa e ter a frequência de participação de 75%. Os critérios de exclusão foram: ter diabetes tipo 1 e possuir algum problema osteomioarticular que pudesse ser prejudicado com a prática de exercício físico.

### *Aspectos éticos*

Esta pesquisa faz parte de um projeto maior intitulado “*Efeito do treinamento aeróbio, treinamento resistido e treinamento combinado sobre a composição corporal e o controle metabólico de diabéticos tipo 2*”, que foi aprovado pelo Comitê de Ética da UPE-CEP/UPE 007/09.

### *Variáveis de estudo*

Para o presente estudo adotou-se como componentes da aptidão física relacionada à saúde as seguintes variáveis: força, flexibilidade, composição corporal e aptidão cardiorrespiratória. As variáveis desfecho foram os componentes da aptidão física relacionada à saúde (força, flexibilidade, composição corporal) e as taxas glicêmicas. A variável de exposição foi a intervenção (quatro meses de um programa de treinamento físico).

### *Força*

A valência física força foi avaliada utilizando-se o Dinamômetro Manual Eletrônico (Marca Camry®, modelo EH 101 digital). Quanto ao posicionamento do avaliado, a Sociedade Americana de Terapeutas da Mão (ASHT) recomenda a utilização do dinamômetro na segunda posição em relação ao dinamômetro Jamar®, que foi utilizado de maneira adaptada da seguinte forma: os sujeitos permaneceram em pé, com a coluna ereta, o ombro posicionado em adução e rotação neutra, o cotovelo flexionado a 90°, com antebraço em meia pronação e punho neutro, podendo movimentá-lo até 30° graus de extensão. O braço foi mantido suspenso no ar com a mão posicionada no dinamômetro, que foi sustentado pelo avaliador(16).

### *Flexibilidade*

Para avaliar a flexibilidade foi utilizado um flexímetro digital, Tera Flex® 1.8 da

Tera Science. Utilizando-se de vestimentas leves e pés descalços, a diabética posicionou-se em pé, com os braços estendidos, dedos entrelaçados sobre a nuca. Os membros inferiores unidos com os joelhos estendidos e pés voltados para frente paralelamente. A cinta elástica do flexímetro posicionada logo abaixo da axila direita, na linha supra mamilar. Com o flexímetro zerado executou-se a flexão do tronco. A mobilidade máxima, do movimento articular lombar, foi registrada em graus, sendo realizado dois movimentos e computado o de maior amplitude. É importante observar a interferência do quadril neste movimento. Deve-se computar o grau de flexibilidade antes que a flexão de quadril seja incluída no movimento(17).

#### *Composição corporal*

Foram tomadas as medidas antropométricas necessárias para se avaliar a composição corporal por meio do cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC). O peso corporal foi mensurado em uma balança digital da marca Geratherm® com capacidade máxima de 150 kg com o indivíduo vestindo roupas leves, sem sapatos e meias. A altura foi mensurada em um estadiômetro de parede da marca Sanny®, com a participante também sem sapatos e meias. O IMC (kg/m<sup>2</sup>) foi calculado pelo peso corporal (kg) dividido pela estatura ao quadrado em metros(18).

#### *Aptidão Cardiorrespiratória*

Para avaliar a aptidão cardiorrespiratória foi realizado o Teste da Milha, que consiste em caminhar rapidamente 1.609 metros e pode ser utilizado por pessoas sedentárias ou idosas, de ambos os sexos(19,20). O teste foi realizado na pista de atletismo da ESEF/UPE, no período matutino com supervisão do pesquisador. Ao sinal do mesmo, as diabéticas caminharam na melhor velocidade possível, o percurso previamente estabelecido de 1.609 metros. Ao término do teste, foi mensurada a Frequência Cardíaca (FC) em um período de 15 segundos e multiplicado por 4 (1 minuto), e verificado no cronômetro o tempo total (T) gasto para completar a

prova. As diabéticas também foram orientadas a percorrerem a distância predeterminada em um ritmo constante. Para o cálculo do VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min -1) foi adotada a equação baseada no T despendido em minutos:

$$VO_2máx = 132,853 - (0,1692 \times \text{peso}) - (0,3877 \times \text{idade}) + (6,3150 \times \text{sexo}) - (3,2649 \times \text{tempo}) - (0,1565 \times \text{FC})$$

Onde: Peso (kg); Idade (anos); Sexo (0 para feminino e 1 para masculino); Tempo (minutos e centésimos de minuto); VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min -1) e FC (batimentos por minutos ao final do teste).

Para Kline et al.(19), o teste da milha mostra-se válido, seguro, administrável e de pouco desconforto ao avaliado.

#### *Taxa glicêmica*

A taxa glicêmica foi avaliada por meio do exame glicemia capilar, que foi realizada sempre nos dedos mínimo ou anelar, descartada a primeira gota de sangue, sendo utilizada a segunda gota(15). Utilizou-se o glicosímetro da marca G-Tech® do modelo Free Lite. O exame de glicemia foi realizado antes e após cada sessão do treinamento para posterior cálculo da média. O material infectante (luvas, lancetas, fitas e papel toalha) utilizado para coleta foi depositado em uma caixa específica de material hospitalar.

#### *Intervenção*

O programa de exercício físico utilizado foi o preconizado no protocolo de treinamento do projeto Doce Vida(21), que estabelece três sessões de treinamento por semana, no período matutino, e o estudo teve a duração de quatro meses.

A sessão de treinamento foi dividida em três partes: 1) Aquecimento (10 minutos), em que foram realizados exercícios de dança e alongamento; 2) Parte principal (40 minutos), quando foi realizado um protocolo de treinamento de força; e 3) Resfriamento (10 minutos), que consistiu em atividades de alongamento, relaxamento e trabalho de consciência corporal.

O protocolo de força foi dividido em exercícios alternados por segmento, compostos por 02 séries entre 10-20 repetições com 1' de intervalo. Além

desses, exercícios com caráter proprioceptivo e agilidade também foram contemplados. Para os exercícios de força, foi utilizada a flexão no Smith (aparelho para exercício do músculo peitoral); *leg press* 45 (aparelho para exercício de extensão de coxa); remada com triângulo (exercício para os músculos latíssimo do dorso e romboides); remada alta (exercício para os músculos do ombro), abdominal em banco inclinado (exercícios para os músculos do abdômen) e Stiff (aparelho para exercício dos músculos eretores da coluna).

Para determinação da intensidade do treinamento de força, utilizou-se o sistema de séries até a falha concêntrica momentânea, que consistiu em realizar as repetições até a exaustão, ou seja, realizar uma série até que o aluno seja incapaz de realizar mais uma repetição com a técnica “correta” do exercício físico(22). Foram utilizados, para execução dos exercícios resistidos, máquinas da marca New Fit Equipment®.

#### *Procedimento de coleta de dados*

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Biodinâmica da Escola Superior de Educação Física/ESEF-UPE, onde as avaliações da aptidão física relacionada à saúde e da glicemia capilar foram realizadas antes e após a intervenção de quatro meses do treinamento físico (entre março/2019 e julho/2019).

#### *Análise estatística*

Para comparar os resultados pré e pós-intervenção utilizou-se o teste de Correlação de Spearman para amostras pareadas. A correlação foi classificada da seguinte forma:  $r < 0,50$  (ou  $-0,50$ ) – correlação direta (ou inversa) baixa;  $r = 0,50$  a  $0,70$  ( $-0,50$  a  $-0,70$ ) – correlação direta (ou inversa) moderada;  $r = 0,70$  a  $0,90$  ( $-0,70$  a  $-0,90$ ) – correlação direta (ou inversa) forte e  $r = 0,90$  a  $1,00$  ( $-0,90$  a  $-1,00$ ) – correlação direta (ou inversa) muito forte(23). Adotou-se o nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Foi utilizado o

programa SPSS 17.0 para o tratamento dos dados.

## Resultados

A caracterização da amostra apresenta-se na Tabela 1. Participaram da amostra oito mulheres com diabetes tipo 2, média de idade de 62,8 ( $\pm 10,2$ ) anos.

**Tabela 1** – Caracterização da amostra (n=8)

<b>Características</b>	
	<b>Média±DP</b>
Idade	62,8 ± 10,2
IMC	27,4 ± 4,6
Tempo diagnóstico	17,8 ± 13,2
	<b>Descrição</b>
Medicação	Hipoglicemiante oral: 7 ; Insulina: 2
Complicação crônica	Retinopatia: 1 Hipertensão: 2 Cardiopatia: 1 Dislipidemia: 2 Nenhuma: 2

DP: desvio padrão.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de comparação das médias das variáveis nos momentos pré e pós-intervenção. As variáveis que apresentaram resultados estatisticamente significativos foram glicemia capilar (Pré-intervenção = 157,2±29,2 mg/dL vs Pós-intervenção = 117,1±19,5 mg/dL  $p=0,01$ ) e força do membro superior direito (Pré-intervenção = 18,2±4,0 kgf vs Pós-intervenção = 18,7±4,1 kgf  $p=0,03$ ).

Os valores pós-intervenção das variáveis da aptidão física relacionada à saúde com a glicemia pós, mostraram correlação significativa com a flexibilidade ( $r=-0,90$ ) (Tabela 3), indicando um melhor grau de associação entre essas duas variáveis, bem como valor estatisticamente significativo ( $p=0,001$ ). Tal correlação foi inversa (ou indireta ou negativa), indicando que a associação foi inversamente proporcional, ou seja, houve uma diminuição da glicemia e um aumento nos níveis de flexibilidade.

**Tabela 2** – Resultados da comparação das médias das variáveis nos momentos pré e pós-intervenção (n=8)

Variáveis	Pré	Pós	P
	Média±DP	Média±DP	
GC	157,2 ± 29,2	117,1 ± 19,5	<b>0,01</b>
FQ	97,3 ± 10,5	100,8 ± 11,1	0,23
VO <sub>2</sub> máx	20,3 ± 8,9	23,6 ± 8,4	0,12
IMC	27,4 ± 4,6	27,3 ± 4,8	0,22
Força MSD	18,2 ± 4,0	18,7 ± 4,1	<b>0,03</b>
Força MSE	21,3 ± 5,2	20,6 ± 5,2	0,14

**Pré:** momento pré-intervenção. **Pós:** momento pós-intervenção. **GC:** glicemia capilar; **FQ:** flexibilidade de quadril; **VO<sub>2</sub>máx:** volume máximo de oxigênio; **IMC:** Índice de Massa Corporal; **MSD:** membro superior direito; **MSE:** membro superior esquerdo; **P:** *p*-valor resultante da análise de correlação de Spearman para amostras pareadas.

**Tabela 3** – Correlação dos valores das variáveis pós-intervenção em relação à Glicemia Capilar (n=8)

Variáveis	<i>r</i>	Correlação	P
FQ	-0,90	Correlação Inversa Forte	<b>0,001</b>
VO <sub>2</sub> máx	-0,47	Correlação Inversa Moderada	0,23
IMC	0,14	Correlação Direta Fraca	0,73
Força MSD	-0,33	Correlação Inversa Fraca	0,41
Força MSE	-0,27	Correlação Inversa Fraca	0,50

**GC:** glicemia capilar; **FQ:** flexibilidade de quadril; **VO<sub>2</sub>máx:** volume máximo de oxigênio; **IMC:** Índice de Massa Corporal; **MSD:** Membro Superior Direito; **MSE:** Membro Superior Esquerdo; **r:** Coeficiente de correlação; **P:** Valor de *p*.

## Discussão

Os principais achados foram que houve uma diminuição na média da glicemia capilar pós-intervenção comparado com a média do momento pré-intervenção. Essa diminuição indicou controle melhor dos sintomas da diabetes por meio do exercício físico(24). Esses resultados podem ser explicados porque durante o exercício físico, a captação de glicose nos músculos aumenta notavelmente, reduzindo os níveis de glicose sanguínea (efeito hipoglicêmico), por otimizar a captação de glicose para o meio intracelular, independentemente do aumento da secreção da insulina pelo pâncreas(25). Esse processo ocorre durante a contração muscular, que estimula a ativação da AMPK, enzima chave para a captação de glicose, por meio da maior translocação do GLUT-4 para a membrana e favorecendo, desta forma, o controle glicêmico de DM2(25-29).

A participação em exercícios regulares também pode impedir ou pelo menos atrasar a transição para DM2 em indivíduos com pré-diabetes que tenham alto risco de desenvolvimento de DM, além de retardar o surgimento de complicações do diabetes como a retinopatia, neuropatia autonômica e periférica e Acidente Vascular Encefálico (AVE)(5,30). Segundo a própria diretriz do ACSM, maiores níveis de atividade e/ou aptidão física estão associados a taxas de incidência menores de DM2, Síndrome Metabólica e outras Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), além de diminuir a incidência de lesões osteomioarticulares(5).

Um recente estudo de metanálise concluiu que o exercício combinado – aeróbico e resistido, pode contribuir para o controle da glicemia em pessoas com DM2(31). Os pesquisadores evidenciaram uma redução de 40% na concentração de hemoglobina glicada (HbA1c), no grupo que realizou exercícios combinados em

comparação ao grupo que não fez exercício. Essa redução de HbA1c é importantíssima no manejo e controle da diabetes, visto que para cada 1% de aumento na sua concentração, representa um risco aumentado de 14% para infarto do miocárdio e um risco aumentado de 37% para complicações microvasculares(32).

A análise dos resultados, do nosso estudo, também apresentou um aumento da força do membro superior direito das participantes da amostra. O treinamento força (TF) é a estratégia mais eficaz para melhorar a força, o tamanho e a qualidade muscular bem como a saúde metabólica em DM2(33).

No que se refere à intensidade do TF, Fatone et al.(34) conduziu um programa de exercícios físicos para pessoas com DM2, que consistia em duas sessões semanais de exercícios aeróbios e resistidos, de moderada a alta intensidade. O protocolo promoveu, ao final de 12 meses, mudanças significativas na HbA1c, no consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) e força muscular, e promoveu melhor captação de glicose no músculo esquelético. Os estudos supracitados corroboram com o achado no aumento da força da presente pesquisa, apesar da medida do nosso estudo ter sido a glicemia capilar e não a hemoglobina glicada, sabe-se a mesma apresenta a média da glicemia nos últimos quatro meses, refletindo no controle glicêmico(1).

Em relação aos componentes da aptidão física relacionada à saúde e suas correlações com a glicemia, após a análise dos resultados, verificou-se que, apenas a flexibilidade apresentou melhor correlação, evidenciando assim que, para esta amostra, quanto melhor o controle glicêmico, melhor a flexibilidade. Embora tais resultados devem ser considerados com cautela devido ao tamanho amostral reduzido do presente estudo, a literatura mostra que exercícios de flexibilidade são importantes para idosos com diabetes, sendo que a mobilidade articular limitada é frequentemente presente nessa população, resultado em parte da formação de produtos finais de glicação avançada, fazendo com que a cartilagem e o colágeno aderem à articulação, impedindo a

mobilidade articular, o que ocorre também durante o envelhecimento normal e são acelerados pela diabetes(35).

Um recente estudo de revisão realizado por Marques e Brito(36), concluiu que existe uma forte associação entre manifestações patológicas musculoesqueléticas e o DM, e que ocorrem mais frequentemente na mão e no ombro. Um exemplo destas patologias é capsulite adesiva (CA) do ombro, também conhecida como “ombro congelado”, que se apresenta como uma restrição quase completa da mobilidade dessa articulação(37). No estudo de metanálise conduzido por Zreik et al.(38), foi demonstrada uma média geral de prevalência de CA de 13,4% em pessoas com diabetes. Por outro lado, a prevalência média de diabetes em uma população com CA foi 30%. Além disso, foi mostrado também que pacientes diabéticos têm cinco vezes mais chances de desenvolver CA em comparação a não diabéticos.

A ocorrência de CA em diabéticos deve ser considerada com toda a atenção, pois, há evidências que diabéticos com “ombro congelado” têm maior prevalência de infarto do miocárdio e de neuropatia autonômica(38). Esse processo impede diretamente o aumento nos níveis de flexibilidade e, portanto, quando as diabéticas estão descompensadas, ou seja, com hiperglicemia prolongada, apresentam uma dificuldade de melhorar/aumentar tais níveis.

No presente estudo os resultados mostraram forte correlação da flexibilidade com a glicemia, significa que no período de quatro meses de intervenção, as diabéticas estavam com seus sintomas sob controle, indicando a eficácia do programa de exercício físico sistematizado. Nesse contexto, pode-se sugerir que a prática de exercício físico apresentada pode ser recomendada e prescrita para mulheres idosas com diabetes como parte integrante do tratamento com vistas a melhorar do controle glicêmico e os parâmetros gerais de saúde. Outros estudos experimentais, com tamanho amostral maior e população diabética diversificada quanto a faixas etárias e sexo, devem ser conduzidos a fim

de clarificar os métodos de treinamento que apresentem mais benefícios e se mostrem mais eficazes para se controlar os sintomas da diabetes nos pacientes. Além disso, deve-se considerar que pode haver recomendações específicas e precauções de acordo com o tipo de diabetes, idade e presença de complicações de saúde relacionadas ao diabetes. As recomendações devem ser adaptadas para atender às necessidades específicas de cada indivíduo(39).

#### *Pontos fortes e limitações do estudo*

Quanto aos pontos fortes, trata-se de um estudo crônico que avaliou a glicemia capilar sempre nos momentos pré e pós-intervenção; São escassos os estudos que avaliaram todos os componentes da aptidão física relacionada à saúde em pessoas com diabetes tipo 2.

No que se refere às limitações, pontua-se que o tamanho da amostra foi pequeno, necessitando assim de estudos futuros com tamanho amostral maior. Face às limitações da amostra, que foi composta apenas por mulheres com diabetes tipo 2, e média de idade de 62,8 anos, os resultados não podem ser generalizados para mulheres de outras faixas etárias.

Além disso, não foi designado um grupo controle para comparação dos resultados. Apesar disso, consideram-se relevantes os benefícios clínicos observados, resultantes da intervenção aplicada.

#### **Conclusão**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar, por meio de uma análise de correlação, os efeitos programa de treinamento físico sobre a aptidão física relacionada à saúde e sobre a glicemia de mulheres diabéticas do tipo 2.

O componente da aptidão física que apresentou uma melhor correlação com o controle glicêmico de mulheres com diabetes tipo 2 foi a flexibilidade. Conclui-se que o controle glicêmico pode ter atenuado o processo de glicação, o qual interferiu positivamente nos níveis de flexibilidade.

#### *Declaração de conflito de interesses*

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

#### *Declaração de financiamento*

Não houve financiamento para a presente pesquisa.

#### **Referências**

1. Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes - 2017/2018*. São Paulo, Brasil: Editora Clannad; 2017-2018. Available: <https://diabetes.org.br/e-book/diretrizes-da-sociedade-brasileira-de-diabetes-2017-2018/> [Accessed 29th December 2021].
2. Zeitler P, Arslanian S, Fu J, Pinhas-Hamiel O, Reinehr T, Tandon N, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Type 2 diabetes mellitus in youth. *Pediatric Diabetes*. 2018;19: 28–46. <https://doi.org/10.1111/peidi.12719>.
3. Vancea DMM, Vancea JN, Pires MIF, Reis MA, Moura RB, Dib SA. Efeito da frequência do exercício físico no controle glicêmico e composição corporal de diabéticos tipo 2. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2009;92(1): 23–30. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2009000100005>.
4. Pan B, Ge L, Xun Y, Chen Y, Gao C, Han X, et al. Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2018;15(1): 72. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>.
5. Riebe D. *Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição*. 9ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
6. García-Hermoso A, Cavero-Redondo I, Ramírez-Vélez R, Ruiz JR, Ortega FB, Lee D-C, et al. Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2018;99(10): 2100-2113.e5.

- <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.008>.
7. Oliveira A, Nossa P, Mota-Pinto A. Assessing Functional Capacity and Factors Determining Functional Decline in the Elderly: A Cross-Sectional Study. *Acta Médica Portuguesa*. 2019;32(10): 654. <https://doi.org/10.20344/amp.11974>.
  8. Northey JM, Cherbuin N, Pumpa KL, Smee DJ, Rattray B. Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2018;52(3): 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>.
  9. Canoy D. Coronary Heart Disease and Body Fat Distribution. *Current Atherosclerosis Reports*. 2010;12(2): 125–133. <https://doi.org/10.1007/s11883-010-0092-9>.
  10. Gianoudis J, Bailey CA, Daly RM. Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporosis International*. 2015;26(2): 571–579. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-2895-y>.
  11. Brasil. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2014 *Saúde Suplementar: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. 2015; 165 p.11.
  12. Souza FPL de, Cruz PW da S, Neta JSMF, Tavares MC de A, França JAL, Vancea DMM. Efeito da intervenção de diferentes métodos de treinamento sobre a glicemia pós-prandial de diabéticos tipo 2. *ConScientiae Saúde*. 2013;12(2): 227–233. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v12n2.4053>.
  13. Neta JSMF, Tavares MC de A, Cruz PW da S, Lucena JDL, Souza FPL, Vancea DMM. Impacto da prática regular de exercício físico na qualidade de vida de diabéticos tipo 2. *ConScientiae Saúde*. 2013;12(4): 631–637. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v12n4.4495>.
  14. Lima G do N, Queiroz SL, Cruz PW da S, Santos HLBA dos, Cavalcanti CB dos S, Vancea DMM. Efeitos dos treinamentos aeróbio, resistido e combinado sobre a composição corporal de diabéticos tipo 2. *ConScientiae Saúde*. 2012;11(4): 543–549. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v11n4.3197>.
  15. Hortensius J, Slingerland RJ, Kleefstra N, Logtenberg SJJ, Groenier KH, Houweling ST, et al. Self-Monitoring of Blood Glucose: The Use of the First or the Second Drop of Blood. *Diabetes Care*. 2011;34(3): 556–560. <https://doi.org/10.2337/dc10-1694>.
  16. Fess EE. Gripstrength. In: Casanova JS, editor. *Clinical assessment recommendations*. 2<sup>a</sup> ed. Chicago: American Society of Hand Therapists. 1992: 41–45. Available: <https://asht.org/practice/clinical-assessment-recommendations> [Accessed 29th December 2021].
  17. Araujo CGSD. *Flexitest: An Innovative Flexibility Assessment Method*. 1st edition. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.
  18. Arcânjo GN, Neto PSP, Nobre MMA, Oliveira AAR, Alencar DL, Gadelha MA. Indicadores antropométricos de obesidade em mulheres diabéticas tipo 2. *Motricidade*. 2018;14(1):362-367. Available: <https://www.proquest.com/openview/2388d9c95a6400855e1e00a4c7e4c0a7/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=616555;Indicadores> [Accessed 5th January 2022].
  19. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of VO<sub>2</sub>máx from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1987;19(3): 253–259.
  20. Cooper KH. *O programa aeróbico para o bem-estar total: exercícios, dietas, equilíbrio emocional*. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica; 1982.
  21. Ribeiro JNS, Lima AMB, França JAL, Silva VNS, Cavalcanti CBS, Vancea DMM. Doce Vida – programa de exercício físico supervisionado para diabéticos. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2017; S1888754616301344. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2016.11.015>.

22. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5ª edição. Boston: Cengage Learning; 2002.
23. Fleck SJ, Kraemer WJ, Ribeiro JL, Garcez RM, Pinto RS, Pinto MD. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. 4ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed; 2017.
24. Mårdberg E, Hasselgren M. *Effect of Resistance Training in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus*. [Dissertation] [Örebro]: School of Medicine, Örebro University; 2014.
25. Vivolo SRGF, Silva IT. In: Lyra R, Cavalcanti N, Dias SR. *Diabetes Mellitus: Uma Abordagem Cardiovascular*. São Paulo, SP: Editora Clannad; 2019.
26. Solomen S, Shakya R, Agarwal K, Aaron P, Pradeep S. Passive stretching versus active stretching on immediate blood glucose in subjects with type II diabetes mellitus - A pilot study. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*. 2015;2(1): 146–149.
27. Sigal RJ, Armstrong MJ, Colby P, Kenny GP, Plotnikoff RC, Reichert SM, et al. Physical Activity and Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*. 2013;37: S40–S44. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.01.018>.
28. Mendes GF, Rodrigues GBA, Nogueira JAD, Meiners MMMA, Lins TC de L, Dullius J. Evidências sobre efeitos da atividade física no controle glicêmico: importância da adesão a programas de atenção em diabetes. *Revista Brasileira de Atividade física e Saúde*. 2013;18(4): 412–423.
29. Cintra. *Obesidade E Diabetes - Fisiopatologia E Sinalização Celular*, 9788573782097 - Sarvier. São Paulo, SP: Sarvier; 2011. <https://www.sarvier.com.br/livro-obesidade-e-diabetes-fisiopatologia-e-sinalizacao-celular-9788573782097,ci2298.html> [Accessed 5th January 2022].
30. D'Angelo FA, Leatte EP, Defani MA. O Exercício Físico como Coadjuvante no Tratamento do Diabetes. *Saúde e Pesquisa*. 2015;8(1): 157–166. <https://doi.org/10.17765/1983-1870.2015v8n1p157-166>.
31. Wang T, Liu Y, Zhong R, Xu D, Wang H, Fu B. Benefit effects of aerobic exercise and resistance training on the management of type 2 diabetes. *International Journal of Clinical Experimental Medicine*. 2018;11: 10433–10445.
32. Stratton IM. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *British Medical Journal*. 2000;321(7258): 405–412. <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7258.405>.
33. Codella R, Ialacqua M, Terruzzi I, Luzi L. May the force be with you: why resistance training is essential for subjects with type 2 diabetes mellitus without complications. *Endocrine*. 2018;62(1): 14–25. <https://doi.org/10.1007/s12020-018-1603-7>.
34. Fatone C, Guescini M, Balducci S, Battistoni S, Settequattrini A, Pippi R, et al. Two weekly sessions of combined aerobic and resistance exercise are sufficient to provide beneficial effects in subjects with Type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2010;33(7): 489–495. <https://doi.org/10.1007/BF03346630>.
35. Abate M, Schiavone C, Pelotti P, Salini V. Limited Joint Mobility in Diabetes and Ageing: Recent Advances in Pathogenesis and Therapy. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. 2010;23(4): 997–1003. <https://doi.org/10.1177/039463201002300404>.
36. Marques AR, Brito I. Espectro clínico das manifestações musculoesqueléticas da diabetes mellitus. *Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo*. 2016;11(2): 307–313. <https://doi.org/10.1016/j.rpedm.2016.02.011>.
37. Lebiedz-Odrobina D, Kay J. Rheumatic Manifestations of Diabetes Mellitus. *Rheumatic Disease Clinics of North America*. 2010;36(4): 681–699. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2010.09.008>.
38. Hani Zreik N, Malik RA, Charalambous CC. Adhesive capsulitis of the shoulder and diabetes: a meta-analysis of prevalence. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*. 2019;06(01): 26. <https://doi.org/10.32098/mltj.01.2016.04>.

39. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016;39(11): 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>.