

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E
REABILITAÇÃO - PPMHR

COMPORTAMENTO SUBAGUDO DA GLICEMIA E PRESSÃO ARTERIAL DE
DIABÉTICOS DO TIPO 1 APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIO DE FORÇA

VICTOR FERNANDES CAMILO

ANÁPOLIS
2025

**COMPORTAMENTO SUBAGUDO DA GLICEMIA E PRESSÃO ARTERIAL DE
DIABETICOS DO TIPO 1 APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIO DE FORÇA**

Dissertação de mestrado apresentada ao PPGMHR como requisito parcial para obtenção do título de mestrado em Movimento Humano e Reabilitação e Reabilitação, da Universidade Evangélica de Goiás - UNIEVANGÉLICA.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco de Oliveira



FOLHA DE APROVAÇÃO


COMPORTAMENTO SUBAGUDO DA GLICEMIA E PRESSÃO ARTERIAL DE DIABÉTICOS DO TIPO 1, APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIO DE FORÇA VICTOR FERNANDES CAMILO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação -PPGMHR da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de **MESTRE**.


Aprovado em 03 de setembro de 2025.

Linha de Pesquisa: Avaliação, Prevenção e Intervenção Terapêutica no Sistema Neuro-musculoesquelético (APIT)


Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO FRANCO DE OLIVEIRA**
Data: 03/09/2025 10:54:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Franco de Oliveira

Documento assinado digitalmente
 **IRANSE OLIVEIRA SILVA**
Data: 05/09/2025 08:46:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Iransé Oliveira Silva

Documento assinado digitalmente
 **MARCIO ROGERIO DE OLIVEIRA**
Data: 03/09/2025 11:07:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Márcio Rogério de Oliveira

C183

Camilo, Victor Fernandes.

Comportamento subagudo da glicemia e pressão arterial de diabéticos do tipo 1 após sessão de exercício de força / - Victor Fernandes Camilo. Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2025.

57 p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação – Universidade Evangélica de Goiás, 2025.

1. Diabetes Mellitus tipo 1 2. Treinamento de força 3. Efeito subagudo 4. Exercício físico. I. Oliveira, Rodrigo Franco de. II. Título

CDU 615.8

Agradecimentos

Antes de tudo, agradeço a Deus, que em todos os momentos foi meu sustento, minha luz e meu refúgio. Sem Ele, nada disso faria sentido. À minha família, meu alicerce, que mesmo nos dias mais difíceis me ofereceu amor, palavras de encorajamento e a certeza de que eu não estava sozinho. À minha esposa, minha companheira de vida, que segurou minha mão nos momentos de dúvida, celebrou comigo cada pequena conquista e me deu forças quando pensei em desistir. E, com carinho e profunda admiração, agradeço ao meu orientador, professor Rodrigo Franco de Oliveira, por acreditar em mim, por sua paciência, por suas orientações generosas e por ser mais do que um guia acadêmico, um verdadeiro exemplo de dedicação e humanidade.

Este trabalho carrega um pedaço de cada um de vocês.

Obrigado de coração.

Resumo

Introdução: O diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é uma condição crônica caracterizada pela deficiência absoluta de insulina, demandando controle rigoroso da glicemia para prevenção de complicações agudas e crônicas. Evidências sugerem que o exercício físico pode influenciar positivamente o controle glicêmico, embora seus efeitos agudos sobre a pressão arterial (PA) e a glicemia em adultos com DM1 ainda sejam pouco compreendidos. **Objetivo:** Avaliar as respostas subagudas da glicemia e pressão arterial em adultos com diabetes tipo 1 após uma sessão de exercícios de força. **Artigo 1: Objetivo:** O presente estudo tem por objetivo, avaliar os efeitos do treinamento de força nos parâmetros glicêmicos após uma sessão de exercício, em indivíduos adultos diabéticos do tipo 1, por meio de um ensaio clínico controlado randomizado. **Metodologia:** Trata-se de um estudo analítico observacional, com coleta de dados realizada em uma academia, antes e após a realização de uma sessão única de treinamento de força, composta por exercícios multiarticulares. Participarão do estudo 10 voluntários com diagnóstico de DM1, com idade entre 20 e 40 anos, fisicamente ativos e com acompanhamento médico regular. A glicemia capilar e a PA (sistólica e diastólica) serão aferidas imediatamente antes e após a sessão. **Conclusão:** Espera-se que uma sessão de exercício resistido pode promover redução aguda da glicemia em adultos com DM1, sem causar instabilidade pressórica, sugerindo benefícios metabólicos e segurança cardiovascular desse tipo de intervenção. **Artigo 2: Objetivo:** Avaliar os efeitos do treinamento resistido sobre o controle glicêmico, a força muscular e a incidência de episódios de hipoglicemia em pacientes com diabetes mellitus tipo 1: revisão sistemática. **Metodologia:** Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão sistemática de ensaios clínicos e estudos observacionais publicados entre os anos de 2014 e 2024. Foram incluídos trabalhos que abordassem os efeitos do treinamento resistido em pacientes com DM1, com foco em parâmetros como controle glicêmico, força muscular e comparações com outros tipos de exercício ou grupos sedentários. A coleta de dados foi realizada por revisores independentes, que extraíram e registraram informações relevantes sobre os protocolos de TR utilizados, desfechos clínicos e possíveis eventos adversos, como episódios de hipoglicemia. **Conclusão:** A referida revisão sistemática forneceu evidências consistentes sobre os benefícios do treinamento resistido como estratégia complementar no manejo do DM1. Ao compreender melhor seus efeitos sobre o controle glicêmico e a força muscular, bem como os riscos associados, especialmente em relação à hipoglicemia, sendo possível orientar com maior precisão a prescrição de exercícios físicos para essa população, contribuindo para uma melhora na qualidade de vida e no prognóstico clínico dos pacientes.

Palavras-chave: Diabetes mellitus tipo 1; treinamento de força; efeito subagudo; exercício físico.

Abstract

Introduction: Type 1 diabetes mellitus (T1DM) is a chronic condition characterized by an absolute deficiency of insulin, requiring rigorous glycemic control to prevent acute and chronic complications. Evidence suggests that physical exercise can positively influence glycemic control, although its acute effects on blood pressure (BP) and glycemia in adults with T1DM are still poorly understood. **Objective:** To evaluate the subacute responses of blood glucose and blood pressure in adults with type 1 diabetes after a strength exercise session. **Article 1: Objective:** The present study aims to evaluate the effects of strength training on glycemic parameters after an exercise session in adult individuals with type 1 diabetes thru a randomized controlled clinical trial. **Methodology:** This is an observational analytical study, with data collection conducted in a gym, before and after a single strength training session composed of multi-joint exercises. Ten volunteers diagnosed with T1DM, aged between 20 and 40 years, physically active, and under regular medical supervision will participate in the study. Capillary blood glucose and BP (systolic and diastolic) will be measured immediately before and after the session. **Conclusion:** It is expected that a session of resistance exercise can promote an acute reduction in blood glucose in adults with T1DM, without causing blood pressure instability, suggesting metabolic benefits and cardiovascular safety of this type of intervention. **Article 2: Objective:** To evaluate the effects of resistance training on glycemic control, muscle strength, and the incidence of hypoglycemic episodes in patients with type 1 diabetes mellitus. **Methodology:** This study will be conducted thru a systematic review of clinical trials and observational studies published between the years 2014 and 2024. Studies addressing the effects of resistance training in patients with T1DM will be included, focusing

on parameters such as glycemic control, muscle strength, and comparisons with other types of exercise or sedentary groups. Data collection will be conducted by independent reviewers, who will extract and record relevant information about the resistance training protocols used, clinical outcomes, and possible adverse events, such as episodes of hypoglycemia.

Conclusion: It is expected that the systematic review will provide consistent evidence on the benefits of resistance training as a complementary strategy in the management of T1DM. By better understanding its effects on glycemic control and muscle strength, as well as the associated risks, especially regarding hypoglycemia, it will be possible to more accurately guide the prescription of physical exercises for this population, contributing to an improvement in the quality of life and clinical prognosis of patients.

Keywords: Type 1 diabetes mellitus; strength training; subacute effect; physical exercise.

Sumário

Identificação da Proposta	3
Resumo	5
Introdução	7
<i>Dados epidemiológicos</i>	6
<i>Efeito do exercício físico sobre a diabetes mellitus tipo 1</i>	6
<i>Justificativa</i>	7
Objetivos	8
Resultados	8
<i>Estudo I</i>	8
<i>Estudo II</i>	8
Referências	15
Considerações finais	16
Apêndices	20
<i>Termo de consentimento livre e esclarecido</i>	20
<i>Ficha para teste de carga</i>	22
<i>Ficha para dados do experimento</i>	23
<i>Termo de compromisso do pesquisador responsável</i>	24
<i>Ficha com texto de divulgação e convite para pesquisa</i>	25
<i>Ficha de anamnese</i>	26

Introdução

O Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) caracteriza-se como uma grave deficiência de insulina oriunda da destruição das células beta do pâncreas, associadas à autoimunidade. É mais comum em crianças e adolescentes, mas pode aparecer em qualquer idade. Apresenta-se clinicamente de maneira súbita, muitas vezes com propensão à cetose e cetoacidose, necessitando de insulinoterapia plena desde o diagnóstico⁽¹⁾.

Existem outras classificações de diabetes, como o Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), caracterizado por resistência insulínica e deficiência parcial da secreção de insulina pelas células beta pancreáticas. É comum estar associado à obesidade e ao envelhecimento, causando distúrbios metabólicos nos indivíduos. A diferenciação fenotípica entre DM1 e DM2, apesar de ser difícil, é importante, exigindo avaliação minuciosa da anamnese, exame físico e exames laboratoriais⁽²⁾.

Segundo a Federação Internacional de Diabetes, em 2019, o Brasil era o quinto país em incidência de diabetes no mundo, com 16,8 milhões de adultos (20 a 79 anos) com a doença, perdendo apenas para China, Índia, Estados Unidos e Paquistão. A estimativa de incidência da doença em 2030 pode chegar a 21,5 milhões⁽³⁾.

Mundialmente, o diabetes se tornou um sério problema de saúde pública. Em 2000, a estimativa global de adultos com diabetes era de 151 milhões. Em 2009, esse número aumentou para 285 milhões e, em 2020, para 463 milhões, incluindo 1,1 milhão de crianças e adolescentes com menos de 20 anos com DM1. Em 2025, espera-se que esse número ultrapasse 463 milhões⁽⁴⁾.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes, em 2017, o diabetes ocupava o terceiro lugar entre as doenças com maior índice de morbimortalidade no Brasil, apresentando maior índice entre as mulheres, embora haja aumento crescente entre os homens⁽⁵⁾.

A avaliação da função secretória das células beta pancreáticas por meio da dosagem de peptídeo C pode auxiliar na correta classificação do diabetes, pois pacientes com DM1 geralmente perdem a capacidade de secretar insulina. Fatores genéticos, ambientais e exposição a infecções virais também estão associados ao risco de desenvolver a doença. Cerca de 10% de todas as pessoas com diabetes têm DM1⁽⁵⁾.

O quadro clínico de um paciente com DM1 inclui sintomas como sede excessiva, boca seca, perda de peso repentina, micção frequente, falta de energia, cansaço, fome constante e visão embaçada. A ausência de tratamento pode levar a complicações como neuropatia periférica,

insuficiência cardíaca, retinopatia, doença renal, dislipidemia, infecções e hepatopatias⁽⁶⁾. A hipoglicemia é uma das principais complicações da má adesão ao tratamento, podendo ser agravada pela prática de exercícios intensos e alimentação inadequada⁽⁷⁾.

O tratamento farmacológico do DM1 consiste no uso de insulina, em diferentes tipos e formas de administração (seringa, caneta ou bomba de insulina), para o controle da glicemia. Pacientes devem monitorar a glicemia regularmente por meio da automonitorização, recomendada pelo menos quatro vezes ao dia⁽⁸⁾.

A hipertensão arterial sistêmica (HAS), também conhecida como pressão alta, caracteriza-se por níveis elevados de pressão nas artérias e está relacionada ao risco de acidente vascular cerebral (AVC), infarto do miocárdio, doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca e insuficiência renal. Esses eventos aumentam significativamente a mortalidade cardiovascular, sendo a HAS uma das principais causas de morte no Brasil. Em 2017, cerca de 1.312.663 óbitos foram registrados por doenças cardiovasculares, sendo a HAS responsável por 45% desses casos^(9,10).

As Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial recomendam o exercício físico resistido como complemento ao treinamento aeróbico no manejo da HAS. O exercício resistido apresenta efeito hipotensor superior ao aeróbico, com reduções da pressão arterial variando de 4 a 9 mmHg⁽¹¹⁾.

O exercício físico agudo, mesmo realizado em uma única sessão, é capaz de promover efeitos hemodinâmicos significativos, especialmente na pressão arterial. Essa resposta é conhecida como hipotensão pós-exercício, caracterizada por uma redução transitória da pressão arterial após a prática de atividades físicas. Esse fenômeno ocorre tanto em indivíduos normotensos quanto hipertensos, estando associado principalmente à redução da resistência vascular periférica, promovida pela vasodilatação induzida pelo aumento do fluxo sanguíneo e pela liberação de substâncias como o óxido nítrico⁽¹²⁾.

No caso do exercício de força, apesar de causar um aumento momentâneo da pressão arterial durante sua execução, especialmente em exercícios com altas cargas ou contrações isométricas, observa-se uma queda nos níveis pressóricos nas horas seguintes. Essa resposta pode ser ainda mais evidente em pessoas com doenças metabólicas, como o Diabetes Mellitus tipo 1, contribuindo de forma importante para o controle da pressão arterial e a redução do risco cardiovascular⁽¹³⁾.

A magnitude e duração da hipotensão pós-exercício podem variar conforme o tipo, a intensidade e o volume do exercício realizado, além das características individuais do praticante. Portanto, estudos que avaliem especificamente a resposta aguda da pressão arterial

em indivíduos com DM1 são relevantes para direcionar melhor a prescrição do exercício físico como ferramenta terapêutica⁽¹⁴⁾.

O exercício físico atua aumentando a captação de glicose pelas células, por meio da translocação do transportador GLUT4, principal responsável pela entrada de glicose na célula muscular. Esse mecanismo auxilia a insulina na redução da glicemia circulante⁽¹⁵⁾.

A prática regular de atividade física em indivíduos com DM1 está associada à redução do risco de doenças cardiovasculares, melhora do controle glicêmico, aumento do condicionamento físico, qualidade de vida e redução das necessidades diárias de insulina⁽⁶⁾. Além disso, tem papel importante na prevenção primária e secundária das complicações do diabetes, promovendo saúde e bem-estar⁽¹⁶⁾.

Algumas variáveis devem ser analisadas antes de se iniciar um programa de treinamento, como a intensidade e duração do exercício, o nível de atividade física do indivíduo, a presença de complicações e o quadro clínico geral. Estratégias como ajuste na dosagem de insulina e reposição de carboidratos podem ser utilizadas para evitar a hipoglicemia relacionada ao exercício. A hidratação e o monitoramento glicêmico antes, durante e após o treino também são essenciais^(17,7).

Deste modo, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos agudos do exercício de força sobre a pressão arterial e a glicemia em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 1, após uma única sessão de exercício.

Justificativa

A American Diabetes Association recomenda que adultos com DM1 devam se envolver em ≥ 150 minutos de atividade de intensidade moderada a vigorosa por semana. Crianças e adolescentes com DM1 devem praticar ≥ 60 minutos por dia, com atividades vigorosas de fortalecimento muscular e ósseo incluídas ≥ 3 dias por semana⁽¹⁾. Apesar dessas diretrizes, indivíduos com DM1 demonstraram ser menos ativos do que adultos saudáveis, com mais de 60% deles não participando de atividades físicas. Há uma série de fatores que contribuem para isso, incluindo falta de tempo, motivação e apoio. Além disso, outra barreira citada para o exercício é o risco de hipoglicemia, sendo um sintoma imprevisível⁽⁶⁾.

Desta forma, se faz necessário estudos que objetivam conhecer a magnitude e a duração do efeito da prática do treinamento de força sobre o metabolismo glicêmico em participantes DM1. O presente estudo poderá subsidiar uma prescrição segura e adequada com ausência de

riscos em termos hipoglicêmicos.

Objetivos

Objetivo do Estudo I

Avaliar as respostas subagudas da glicemia e pressão arterial em adultos com diabetes tipo 1 após uma sessão de exercícios de força.

Objetivos Específicos

- Caracterizar o perfil da amostra.
- Avaliar e comparar a resposta da glicemia antes, após e posteriormente a 60 minutos da realização de sessão de exercício, entre os grupos.
- Avaliar e comparar o comportamento da pressão arterial sistêmica antes, após e posteriormente a 60 minutos da realização de sessão de exercício, entre os grupos.

Estudo 1

Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal (Publicado)

<https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2024.22.1337> ISSN: 2236-5435 -

COMPORTAMENTO SUBAGUDO DA GLICEMIA E PRESSÃO ARTERIAL DE DIABÉTICOS DO TIPO 1 APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIO DE FORÇA: PROTOCOLO DE ESTUDO

Victor Fernandes Camilo¹; Bruna A. P. F. de Oliveira²; Matheus André R. da Costa³; Estela Urzêda Vitória⁴; Tamyris Mendes de Faria Sudré⁵; Rodrigo Franco de Oliveira⁶

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) caracteriza-se como uma grave deficiência de insulina oriundo da destruição das células beta do pâncreas, associadas à autoimunidade. O quadro clínico de um paciente portador de DM1 inclui sintomas como sede anormal, boca seca, perda de peso repentina, micção frequente, falta de energia, cansaço, fome constante e visão embaçada. A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é caracterizada por níveis elevados de pressão nas artérias, estando associado a fatores de risco para doença arterial coronariana; acidente vascular cerebral (AVC); infarto do miocárdio; insuficiência cardíaca e insuficiência renal. A prática regular de atividade física nesses pacientes está associada a um risco reduzido de doença cardiovascular futura, melhor controle glicêmico a longo prazo, melhor condicionamento cardiovascular, melhor qualidade de vida, diminuição das necessidades diárias de insulina e melhor controle do peso. Além disso, tem papel importante na prevenção primária e secundária da doença cardiovascular do diabetes, melhorando a saúde geral e o bem-estar. **Objetivo:** O presente estudo tem por objetivo, avaliar os efeitos do treinamento de força nos parâmetros glicêmicos após uma sessão de exercício, em indivíduos adultos diabéticos do tipo 1, por meio de um ensaio clínico controlado randomizado. **Metodologia:** A amostra será composta de 30 participantes portadores do DM1, sendo compostas por homens e mulheres com base nos critérios inclusão/exclusão. **Discussão:** A prática da atividade física reduz a necessidade de hipoglicemiantes, melhora também o controle metabólico e ajuda no emagrecimento de pacientes obesos diminuindo o risco de doenças cardiovasculares e melhora a qualidade de vida desses pacientes. A prática de treinamento de força e aeróbio como tratamento não medicamentoso, se encontra de forma sistemática na literatura como uma estratégia fundamental para a redução no quadro de hipertensão arterial sistêmica e manutenção do sistema cardiovascular.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) caracteriza-se como uma grave deficiência de insulina oriundo da destruição das células beta do pâncreas, associadas a autoimunidade. É mais comum

em crianças e adolescentes, mas pode aparecer em qualquer idade. Apresenta-se clinicamente de maneira súbita, muitas vezes, com propensão à cetose e cetoacidose, necessitando de insulinoterapia plena desde o diagnóstico.⁽¹⁾

Vale lembrar, também, que existem outras classificações de diabetes, como o Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), que se caracteriza por uma resistência insulínica e deficiência parcial da secreção de insulina pelas células beta pancreáticas. É comum estar associada a obesidade e ao envelhecimento, causando distúrbios metabólicos nos indivíduos. A diferenciação fenotípica entre DM1 e DM2, apesar de ser difícil, é importante, necessitando de avaliação minuciosa de anamnese, exame físico e exames laboratoriais.⁽²⁾

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) também conhecida como pressão alta é caracterizada por níveis elevados de pressão nas artérias, e está associada a fatores de risco para; acidente vascular cerebral (AVC); infarto do miocárdio; doença arterial coronariana insuficiência cardíaca e insuficiência renal, esses casos estão aumentando ainda mais os quadros de mortalidade cardiovascular, sendo uma das doenças que mais matam no Brasil. Um levantamento feito pelo o DATASUS, ocorreram cerca de 1.312.663 óbitos por doenças cardiovasculares em 2017, a HAS estava associada em 45% dessas mortes.^(3/4)

Segundo a Federação Internacional de Diabetes, em 2019, o Brasil é o quinto país em incidência de diabetes no mundo, com 16,8 milhões de doentes adultos (20 a 79 anos), perdendo apenas para China, Índia, Estados Unidos e Paquistão. A estimativa da incidência da doença em 2030 chega a 21,5 milhões.⁽⁵⁾

A avaliação da função secretória das células beta pancreáticas com a dosagem de peptídeo C pode auxiliar na classificação correta do diabetes, pois geralmente pacientes com DM1 apresentam perda da capacidade de secreção de insulina. Além disso, O DM1 está associado a fatores de risco como hereditariedade, ter um membro da família com o quadro aumenta ligeiramente o risco de desenvolver a doença. Fatores ambientais e exposição a algumas infecções virais também foram associados ao risco de desenvolver a doença. Cerca de 10% de todas as pessoas com diabetes têm diabetes tipo 1.⁽⁶⁾

O quadro clínico de um paciente portador de DM1 inclui sintomas como sede anormal, boca seca, perda de peso repentina, micção frequente, falta de energia, cansaço, fome constante e visão embaçada. O não tratamento dessa comorbidade pode levar a inúmeras complicações que incluem neuropatia periférica diabética, insuficiência cardíaca, retinopatia diabética, doença renal, dislipidemia, infecções, hepatopatias, entre outras ⁽⁷⁾. Além disso, é importante citar a hipoglicemia como uma das principais consequências da má adesão ao tratamento, a prática de exercícios físicos intensos e má alimentação.⁽⁸⁾

O tratamento farmacológico do DM1 inclui a insulina para controlar seus níveis de glicose no sangue, em todos os pacientes. Existem diferentes tipos de insulina, dependendo da rapidez

com que funcionam, quando atingem o pico e quanto tempo duram. A insulina é comumente fornecida com uma seringa, caneta de insulina ou bomba de insulina.⁽⁹⁾

Pacientes que necessitam de insulina precisam verificar seus níveis de glicose no sangue regularmente para informar a dosagem de insulina. Automonitorização da glicemia é o nome dado ao processo de dosagem da glicemia por pessoas com diabetes em suas atividades cotidianas, seja em casa, na escola, no trabalho ou em outro local. Pessoas com DM1 são aconselhadas a medir seu nível de glicose no sangue, pelo menos, quatro vezes ao dia.⁽⁹⁾

Mundialmente, o diabetes se tornou um sério problema de saúde pública, cujas previsões vêm sendo superadas a cada nova triagem. Por exemplo, em 2000, a estimativa global de adultos vivendo com diabetes era de 151 milhões. Em 2009, havia crescido 88%, para 285 milhões. Em 2020, calcula-se que 9,3% dos adultos, entre 20 e 79 anos (assombrosos 463 milhões de pessoas) vivem com diabetes. Além disso, 1,1 milhão de crianças e adolescentes com menos de 20 anos apresentam diabetes tipo 1. Há uma década, em 2010, a projeção global do IDF para diabetes, em 2025, era de 438 milhões. Com mais cinco anos pela frente, essa previsão já foi ajustada para 463 milhões.⁽¹⁰⁾

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes, em 2017, o diabetes estava em terceiro lugar do ranking de doenças com maior índice de morbimortalidade do país, apresentando maior índice entre as mulheres. Apesar disso, há aumento crescente dos casos entre o sexo masculino.⁽⁶⁾

O exercício atua aumentando a entrada da glicose nas células, usando o mecanismo de translocação do receptor GLUT4, principal responsável pela entrada da glicose na célula muscular. Esse mecanismo, auxilia a insulina na redução dos níveis de glicose na circulação.⁽¹¹⁾

A prática regular de atividade física nesses pacientes está associada a um risco reduzido de doença cardiovascular futura, melhor controle glicêmico a longo prazo, melhor condicionamento cardiovascular, melhor qualidade de vida, diminuição das necessidades diárias de insulina e melhor controle do peso⁽⁷⁾. Além disso, tem papel importante na prevenção primária e secundária da doença cardiovascular do diabetes, melhorando a saúde geral e o bem-estar.⁽¹²⁾

As Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial recomendam o exercício físico resistido como componente complementar ao treinamento aeróbico, para o treinamento de hipertensos. O treinamento resistido apresenta maior efeito hipotensor quando comparado ao exercício aeróbio. Além disso, diferentes programas de exercícios físicos têm efeitos sobre a pressão arterial do paciente, observando uma diminuição entre 4 e 9 mmHg.⁽¹³⁾

Algumas variáveis devem ser analisadas antes de se iniciar um programa de treinamento como: a intensidade, duração do exercício, o grau de atividade do indivíduo, a presença de complicações da doença e o quadro clínico. As dosagens de insulina e ou reposição de

carboidrato são algumas das estratégias que podem ser utilizadas para evitar a hipoglicemia relacionada ao exercício. Outro fator importante é a hidratação durante essas atividades e a monitorização da glicemia realizada antes, durante e após o exercício.⁽¹⁴⁾

Desta forma, este estudo tem como objetivo, avaliar os efeitos agudos do exercício de força na pressão arterial e glicemia, em indivíduos adultos diabéticos do tipo 1, após uma sessão de exercício, por meio de um de ensaio clínico controlado randomizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de estudo: Ensaio clínico controlado randomizado.

Amostra: Será composta de 30 participantes portadores do DM1, sendo compostas por homens e mulheres.

Critérios de inclusão:

- 1 Diagnóstico de DM1, conforme diretrizes do *American Diabetes Association*¹¹.
- 2 Idade entre 25 e 55 anos;
- 3 Tratamento regular e frequência mínima trimestral;
- 4 Uso de insulina;
- 5 Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Critérios de exclusão:

- 6 Estado febril e/ou doença infecciosa;
- 7 Obesidade classe II ou mais – IMC (índice de massa corpórea) $\geq 35 \text{ Kg/m}^2$;
- 8 Insuficiência cardíaca classe III ou IV;
- 9 Evento cardiovascular recente (últimos 3 meses);
- 10 Insuficiência renal crônica;
- 11 Doença hepática grave;
- 12 Tabagismo ativo;
- 13 Limitações ortopédicas ou qualquer limitação física ou mental que impeça a realização dos exercícios.

Desenho do estudo

A amostra será composta de 30 participantes portadores do Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1), selecionada a partir de uma Associação de Diabéticos na cidade de Anápolis GO, através de contato direto com a associação (APÊNDICE I), sendo compostas por homens e mulheres de acordo com ordem de recrutamento, e com base nos critérios inclusão/exclusão. Devido ao fato

de não termos encontrado um estudo semelhante (Diabetes Mellitus tipo 1 - DM1) previamente publicado, foi adotado o critério de amostra por conveniência de acordo com o princípio "*Intention to treat*".

A amostra (n=30), após inclusão no estudo, será randomizada em 2 grupos com número igual de participantes: Protocolo Experimental - PE (n=15) e Protocolo Controle – PC (n=15). Após realização do protocolo, haverá a coleta da glicemia após 24h, e os participantes realizarão o protocolo cruzado (participantes que realizaram o PE, agora realização o PC; e os que iniciaram o PC, realizarão o PE, caracterizando o delineamento Cruzado do estudo). Para a realização deste estudo foi realizado um levantamento bibliográfico em diferentes bases de dados para a obtenção das informações básicas para a elaboração da hipótese principal.

A pesquisa será suspensa em caso do não cumprimento do exposto no projeto, assim como a não responsabilidade e serenidade com a pesquisa. Caso não haja aderência por parte da população alvo em participar das atividades e outras que inviabilizem a constituição de uma amostra estatisticamente transitável, será possível rediscutir o esboço do projeto, suspende-lo ou mesmo encerrá-lo.

A técnica de randomização para participação dos protocolos, será realizada por meio de um programa de computador (www.randomizer.org) contendo a distribuição codificada. O sigilo da alocação será garantido por uma lista de randomização que ficará em um lugar remoto, que impedirá o pesquisador de identificar qual intervenção será iniciada por cada paciente. A geração da sequência dos números será feita por pesquisador "cego" ao estudo, após seleção dos pacientes pelos critérios de inclusão e exclusão. A sequência dos números a ser utilizada para randomização será mantida em sigilo até o momento exato do início dos experimentos.

A pesquisa consiste na assinatura do TCLE e avaliação clínica para análise dos critérios de inclusão/exclusão. Os pacientes incluídos serão randomizados em 2 protocolos, com número igual de participantes: PE e PC. Após, realizarão o teste de 1 repetição máxima (1RM) para definição da carga a ser usada no PE. Após 72h, realizarão os protocolos do estudo. As medidas da glicemia capilar e a PA clínica serão realizadas antes de cada sessão, imediatamente após, e nos intervalos de 15 minutos até 60 minutos após o término dos protocolos. Após 24 horas, será realizado a coleta da glicemia e pressão arterial nos indivíduos que realizaram PE serão alocados no PE e vice-versa, caracterizando o delineamento cruzado.

Avaliação Antropométrica

A avaliação do IMC será realizada a partir da identificação da estatura, utilizando estadiômetro graduado em centímetros e precisão de 1 mm, marca Sanny, e da massa corporal, a partir de uma balança eletrônica, precisão de 0,05kg, de marca *Welmy*. A classificação do IMC será de acordo com a Organização Mundial da Saúde (1995).

As medidas

As medidas do desfecho primário (Glicemia capilar) e secundário (PA clínica) serão realizadas em 6 momentos (M). Os pacientes chegarão a academia para realização dos protocolos, e ficarão em repouso sentados, por 10 min para realização da medida Pré - Protocolo (M1); realizarão os protocolos, e imediatamente após término dos protocolos (M2); E nos minutos 15 (M3); 30 (M4); 45 (M5) e 60 (M6), pós protocolos, as medidas também serão realizadas a medida da glicemia capilar; após 24 horas d medida M1 (pré-protocolo) será realizado uma nova coleta (M7).

Glicemia

A glicemia capilar será medida por meio do glicosímetro de marca e modelo *Accu-Chek go, Roche Group, Germany*, que permite verificar a taxa da glicose de forma direta, a partir da aspiração de sangue capilar pela fita reagente. Para tanto, a glicemia será medida nos dedos indicadores pelo pesquisador que estará devidamente equipado com os devidos equipamentos de proteção individual: jaleco, luva, óculos. Será realizada a assepsia do dedo a ser coletado, usando algodão com álcool 70%. Após, haverá o lancetamento com lanceta descartável de uso único de mesma marca, que será descartada imediatamente em lixo para descarte de perfurocortantes (descarpack). Em seguida, o pesquisador fará leve pressão no dedo lancetado, até gerar a saída de uma gota de sangue, e realizará a aproximação e contato da fita reagente para aspiração do sangue, onde ocorrerá uma reação química e análise do glicosímetro, que gerará o valor da glicemia em mg-dL. Em seguida o descarte da fita e algodão será realizado em lixos específicos para tal.

Pressão Arterial

A avaliação clínica da PA ocorrerá seguindo as normativas do *Seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high bloodpressure*⁴⁰ com o indivíduo sentado, utilizando aparelho semiautomático de marca e modelo *Omron HEM 742*. A PA será medida inicialmente nas avaliações pré-estudo nos dois braços, adotando para efeito da pesquisa o lado de maior valor. Serão realizadas 2 medidas, em cada momento do estudo, com intervalo de 2 minutos, e será adotada a média destas.

Sessão de Intervenção

A sessão de treinamento e controle ocorrerão na Academia *Bluefit* localizada na: Av.

Pinheiro Chagas, 584 - Quadra 20, Lote 01 - Jundiá, Anápolis - GO. Ambos os grupos receberão orientação nutricional, com instruções sobre uma nutrição saudável e demais recomendações prévias a realização do estudo.

Protocolo Experimental

O PE será realizado na Academia Bluefit, onde apresenta todos os equipamentos para a sessão do exercício de força. Após a chegada as pacientes, os mesmos permanecerão em repouso, em local calmo e confortável, na posição sentada por 10 minutos para a medida da glicemia e pressão arterial. Em seguida realizarão o PE, que será constituído de 5 minutos de aquecimento articular em 3 máquinas, sendo 15 repetições a 50%1RM. Em seguida realizarão a parte principal, que será constituída de 6 exercícios diferentes: puxada frontal; supino na máquina; rosca bíceps; pressão de pernas (*leg press*) na máquina; extensão de joelhos sentado na máquina (cadeira extensora); panturrilha no *leg press*, divididos em 3 séries compostas de 8-10 Repetições com intervalos de 2 minutos entre as séries e os exercícios. A manobra de valsalva será desencorajada à todos os participantes.

Após o término do protocolo, os pacientes serão transferidos para um local calmo, onde também na posição sentada será aferida a glicemia e pressão arterial imediatamente. As mesmas permanecerão no mesmo local sentadas por 60 minutos para o registro sucessivo da glicemia e pressão arterial, com intervalos de 15 minutos.

Protocolo Controle

O PC também será realizado na academia onde o PE foi realizado, sendo que os participantes não realizarão nenhum tipo de exercício físico durante período semelhante ao PE, cerca de 45 minutos. Durante o PC será permitido que os indivíduos fiquem em pé, sentados, conversem e hidratam, porém será vedada a prática de exercício e ingesta alimentar. Ao término do período de 45 minutos, os pacientes se sentarão para as medidas sucessivas da glicemia e pressão arterial, com intervalos de 15 minutos.

Análise e Estatística

Os dados coletados serão tabulados no programa Microsoft Excel e analisados no *software Statistical Package of Social Science – SPSS*, versão 19.0 (Chicago, IL, USA). O teste Shapiro Will será usado para verificar se os dados numéricos apresentaram distribuição normal. Será utilizado o Teste T de Student para amostras pareadas nas avaliações intragrupo, comparando os momentos pré e pós-protocolos, para cada um dos desfechos analisados: PA e glicemia. Para avaliações intergrupos dos momentos pré, imediatamente após, 15',30',45'e

60min pós, será utilizado análise de variância (ANOVA) seguido do *post-hoc* de Bonferroni. O teste Wilcoxon será utilizado para os dados que não apresentam distribuição normal. Todas as análises serão feitas por intenção de tratar e o nível de significância adotado será de $p < 0,05$.

RESULTADOS ESPERADOS

O presente projeto apresentou algumas limitações devido ao processo de execução da etapa de coleta de dados. Embasado nos artigos dessa revisão, os exercícios beneficiam tanto as pessoas com diabetes mellitus tipo 1 quanto tipo 2. Porém se faz necessário e fundamental motivar o paciente para se exercitar e manter a redução da hipoglicemia de efeito agudo juntamente com o controle da pressão arterial.

DISCUSSÃO

Tanto o exercício resistido quanto o pilates mostraram eficazes no controle metabólico e clínico da diabetes tipo 1. Porém, os efeitos dessas atividades em união com a alimentação adequada e suplementação de aminoácidos diminuem o risco de doenças secundárias e também a preservação das funções vitais desses pacientes com diabetes tipo 1⁽¹⁵⁾.

A prática da atividade física reduz a necessidade de hipoglicemiantes, melhora também o controle metabólico e ajuda no emagrecimento de pacientes obesos diminuindo o risco de doenças cardiovasculares e melhora a qualidade de vida desses pacientes⁽¹⁶⁾. Outro estudo, apresentou resultados semelhantes, constatando que teve melhoras no controle glicêmico, independentemente, da modalidade de exercício físico⁽¹⁷⁾.

Praticar de exercícios físicos intermitentes reduz o risco de hipoglicemia de efeito agudo. A previsão mostra queda glicêmica entre $36 + 14,4$ mg/dl a $90 + 9$ mg/dl com valores percentuais entre 18,18% a 54,05% induzidos pelo exercício físico⁽¹⁸⁾.

Um estudo, concluiu que os exercícios físicos podem alterar as taxas de gordura no sangue, aumentando os níveis de “*High density lipoprotein*” (HDL) e reduzindo os níveis de colesterol total, melhorando o nível de “*Low density lipoprotein*” (LDL), sendo de extrema importância para pessoas com diabetes devido ao alto risco de doenças cardiovasculares. Isso se justifica pelo fato dos exercícios físicos utilizarem uma quantidade de glicose utilizada nas células diminuindo a concentração no sangue⁽¹⁹⁾.

A prática de treinamento de força e aeróbio como tratamento não medicamentoso, se encontra de forma sistemática na literatura como uma estratégia fundamental para a redução no quadro de hipertensão arterial sistêmica e manutenção do sistema cardiovascular, havendo também controle do percentual de gordura e outras funções físicas, seja de forma aguda ou crônica⁽²⁰⁾. Todos os estudos que propuseram como forma de intervenção alguma modalidade

de atividade física, fosse por exercício aeróbico ou treino resistido, mostraram que a realização de pelo menos três sessões semanais era suficiente para o alcance de resultados satisfatórios para o controle da PA ⁽²¹⁾.

O treinamento resistido é fator fundamental no processo de controle da pressão arterial sistêmica tanto quanto o uso de anti-hipertensivos. Assim, os exercícios de força devem ser colocados dentro de um planejamento para aumentar a possibilidade de controle dos números pressóricos, sendo uma estratégia não farmacológica ⁽²²⁾.

O exercício aplicado de forma eficaz proporciona ao idoso um tratamento eficaz contra o aumento da pressão arterial, incluindo a melhora da qualidade de vida. Concluiu também que, por não ser um tratamento não farmacológico o exercício, por sua vez, é capaz de estabilizar tanto a pressão diastólica quanto a sistólica ⁽²³⁾.

Em relação ao tipo de atividade física praticada, o treinamento aeróbico tem sido fortemente recomendado como forma de redução da pressão arterial, havendo um potencial de melhorar a resistência vascular periférica, como a complacência arterial central. Já o treino intervalado de alta intensidade, conhecido popularmente como HIIT, parece ser igual ou superior ao treino contínuo de intensidade moderada, sendo considerado eficiente como modalidade aeróbica. Além disso, os pacientes apresentam uma taxa de adesão significativa em relação ao HIIT. Não encontrou-se diferenças entre o HIIT e o MICT na redução da pressão arterial diastólica ou sistólica em indivíduos hipertensos e pré-hipertensos. Mas, em relação a medida noturna da pressão arterial diastólica, houve uma redução importante quando praticado o HIIT ⁽²⁴⁾.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, então, que a atividade física regular é considerada uma abordagem preventiva e um tipo de tratamento não farmacológico de primeira linha, tanto para o diabetes, quanto para a hipertensão arterial. Em suma, nota-se que, independente da modalidade de exercício físico praticado, há uma redução no risco cardiovascular, nos valores pressóricos e nos valores glicêmicos, além de evitar descompensações das comorbidades.

Claramente, ainda há lacunas no conhecimento e são necessários mais estudos que realizem trabalhos com indivíduos treinados ou destreinados para verificar efeitos hipotensores sobre os mesmos, além de acompanhamento farmacológico ou nutricional dos indivíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lu x, zhao c. Exercise and type 1 diabetes. Physical exercise for human health. 2020 mar ;107–21.

2. Rodacki m, teles m, gabbay m. Classificação do diabetes [internet]. Montenegro r, bertoluci m, editores. Diretora da sociedade brasileira de diabetes. Marcello bertoluci; 2021.
3. Barroso w. Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial – 2020. Scielo.
4. Mendes dmc, França mrp, Miranda vcr, Pereira wmp, Teodoro ecm. Exercícios resistidos em idosos hipertensos. *Revista ciência e saúde on-line*. 2017 may;2(1).
5. Santos, dias a. Prevalência de HAS e diabetes mellitus em trabalhadores feirantes e fatores de riscos associados ao seu aparecimento. *Anais do seminário de iniciação científica*. 2023 jun 6;(26).
6. Diretriz da sociedade brasileira de diabetes. Diretriz da sociedade brasileira de diabetes.
7. Cockcroft ej, narendran p, andrews rc. Exercise-induced hypoglycaemia in type 1 diabetes. *Experimental physiology*. 2020 apr;105(4):590–9.
8. Cléo da Costa Araújo, Carlos Leonardo Figueiredo Cunha, Rubenilson Caldas Valois, Eliã Pinheiro Botelho, Jéssica Soares Barbosa, Glenda Roberta Oliveira Naiff Ferreira. Internações por diabetes mellitus no estado do Pará: distribuição espacial e fatores associados ao óbito. *Nursing (São Paulo)*. 2019 oct; 22(257):3226–33.
9. International diabetes federation - type 1 diabetes. *Idf.org*.
10. Alves b / o / om. Diabetes | biblioteca virtual em saúde ms.
11. Roia gd, Florio a, Santos ng, Maraschio m, Debat nmb, Cuzziol ge, et al. Mesa 1: actividad física y diabetes mellitus. Aspectos generales. *Revista de la sociedad argentina de diabetes*. 2018 dec;52(3sup):3–13.
12. Atividade física e exercício no DM1. Diretriz da sociedade brasileira de diabetes - ed. 2022. 2021.
13. Santos jcf dos, Silva jj de a, Carvalho prc. Efeitos de um treinamento de força e combinado em idosos com hipertensão arterial. *Rbpfex - revista brasileira de prescrição e fisiologia do exercício*. 2023 jan 15;17(107):55–61.
14. Ramalho acr, Soares s. O papel do exercício no tratamento do diabetes melito tipo 1. *Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia*. 2008 mar;52(2):260–7.
15. Marçal df da s, Alexandrino eg, Cortez ler, Bennemann rm. Efeitos do exercício físico sobre diabetes mellitus tipo 1: uma revisão sistemática de ensaios clínicos e randomizados. *Journal of physical education*. 2018 jun 7 ;29.
16. Quirk h, Blake h, Tennyson r, Randell tl, Glazebrook c. Physical activity interventions in children and young people with type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabetic medicine*. 2014 sep 16;31(10):1163–73.
17. Aman j, Skinner t, De Beaufort c, Swift p, Aanstoot h-j, Cameron f. Associations between physical activity, sedentary behavior, and glycemic control in a large cohort of adolescents with type 1 diabetes: the Hvidoere study group on childhood diabetes. *Pediatric diabetes*. 2009 jun;10(4):234–9.
18. Lima va, Leite n, Decimo jp, Souza wc, França sn, Mascarenhas lpg. Comportamento glicêmico após exercícios intermitentes em diabéticos tipo 1: uma revisão sistemática. *Revista brasileira de ciência e movimento*. 2017 aug 11;25(2):176.
19. Gimeno sga, Rodrigues d, Pagliaro h, Cano en, Lima ee de s, Baruzzi rg. Perfil metabólico e antropométrico de índios aruák: mehináku, waurá e yawalapití, Alto Xingu, Brasil central, 2000/2002. *Cadernos de saúde pública*. 2007 aug;23(8):1946–54.
20. Santos jcf dos, Silva jj de a, Carvalho prc. Efeitos de um treinamento de força e combinado em idosos com hipertensão arterial. *Rbpfex - revista brasileira de prescrição e fisiologia do exercício*. 2023 jan 15;17(107):55–61.
21. Alencar lm, Marques aa de s, Araujo lra do es, Moreira daa, Monte ec, Oliveira enn, et al. Uso de intervenções não-medicamentosas no controle da pressão arterial: uma revisão da literatura. *Cuadernos de educación y desarrollo*. 2024 jan 25;16(1):2061–81.
22. Dias d de o, Corrêa Neto vg, Silva rs da, Telles lg da s, Araújo g da s, Miranda mj de, et al. Efeito do treinamento de força na pressão arterial de idosos: uma revisão narrativa. *Research, society and development*. 2022 mar 13;11(4):e13511426662.
23. Silva, Augusto g, Vinícius m, Das i. O benefício do exercício físico para idosos portadores de hipertensão. *Research, society and development*. 2022 nov 12;11(15):e146111536826-e146111536826.

24. Henrique g, passos t, caroline ferraz simões, joão carlos locateli, hugo v, higor barbosa reck, et al. Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade sobre a pressão arterial central: uma revisão sistemática e metanálise. 2023 mar 1;120(4).

Estudo 2

EFEITOS DOS EXERCÍCIOS DE RESISTÊNCIA NO CONTROLE GLICÊMICO, FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL EM PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1 - REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

O diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é uma doença crônica que resulta da deficiência de insulina, levando à hiperglicemia e a complicações vasculares. A prática de exercícios físicos, como o treinamento resistido (TR), tem sido recomendada como tratamento complementar, uma vez que pode melhorar a sensibilidade à insulina e o controle glicêmico, além de promover benefícios cardiovasculares e musculares. O TR tem se mostrado eficaz na redução de níveis de hemoglobina glicada e no aumento da força muscular, podendo ser uma alternativa ao exercício aeróbico, especialmente em pacientes com DM1, que são suscetíveis a episódios de hipoglicemia. A prescrição de TR para pacientes com DM1, no entanto, exige cautela, já que pode haver risco de hipoglicemia, sendo necessário monitorar os níveis glicêmicos antes, durante e após a atividade física. Este estudo busca avaliar os efeitos do TR sobre o controle glicêmico, força muscular e episódios de hipoglicemia em pacientes com DM1. A metodologia inclui uma revisão sistemática de ensaios clínicos e estudos observacionais entre 2014 e 2024, que analisam o impacto do TR na gestão do diabetes tipo 1. A coleta de dados foi realizada por revisores independentes, registrando informações sobre o treinamento resistido, controle glicêmico e resultados comparativos com outros tipos de exercício ou grupos sedentários.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus Tipo 1; treinamento resistido; controle glicêmico; força muscular.

ABSTRACT

Type 1 diabetes mellitus (T1DM) is a chronic disease resulting from insulin deficiency, leading to hyperglycemia and vascular complications. The practice of physical exercises, such as resistance training (RT), has been recommended as a complementary treatment, as it can improve insulin sensitivity and glycemic control, in addition to promoting cardiovascular and muscular benefits. Resistance training (RT) has proven effective in reducing glycosylated hemoglobin levels and increasing muscle strength, and it can be an alternative to aerobic exercise, especially in patients with type 1 diabetes (T1D), who are susceptible to episodes of hypoglycemia. The prescription of RT for patients with T1D, however, requires caution, as there may be a risk of hypoglycemia, necessitating the monitoring of glycemic levels before, during, and after physical activity. This study aims to evaluate the effects of TR on glycemic control, muscle strength, and episodes of hypoglycemia in patients with DM1. The methodology includes a systematic review of clinical trials and observational studies between 2014 and 2024, which analyze the impact of RT on the management of type 1 diabetes. Data collection will be conducted by independent reviewers, recording information on resistance training, glycemic control, and comparative outcomes with other types of exercise or sedentary groups.

Keywords: Type 1 Diabetes Mellitus; resistance training; glycemic control; muscle strength.

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus é uma condição crônica caracterizada por distúrbios no metabolismo dos carboidratos. No diabetes mellitus tipo 1 (DM1), esses distúrbios ocorrem devido à deficiência na produção e secreção de insulina pelo pâncreas. Já no diabetes mellitus tipo 2, o problema está relacionado à resistência à insulina nos tecidos periféricos, resultando em uma ação ineficaz da insulina. Em ambos os casos, a hiperglicemia crônica é um aspecto central da doença, levando a complicações micro e macro vasculares, como doenças cardiovasculares, neuropatia e retinopatia, que são frequentes em pacientes de longo prazo (VIANNA; VIANNA, 2021). Essas complicações podem ser amplificadas por fatores genéticos, ambientais e comportamentais, contribuindo para o aumento global da incidência de diabetes (LIU *et al.*, 2020).

A prática de exercícios físicos, especialmente o treinamento resistido (TR), é recomendada tanto para o tratamento quanto para a prevenção de doenças crônicas como o Diabetes Mellitus (DM). O TR é eficaz no aumento da sensibilidade à insulina e no controle glicêmico, contribuindo para a redução dos níveis de hemoglobina glicada, o que melhora o controle do diabetes e suas complicações (BWEIR *et al.*, 2009). Além disso, esses exercícios também promovem benefícios cardiovasculares, auxiliando na prevenção de complicações metabólicas associadas ao diabetes. Estudos mostram que o TR também ajuda na regulação do peso corporal e melhora a resistência muscular em pessoas com risco para o diabetes tipo 2 (QADIR *et al.*, 2021).

Os exercícios de resistência possuem uma dinâmica única no controle glicêmico, distinguindo-se de forma notável dos exercícios aeróbicos. Estudos indicam que, além de aumentar a força muscular e melhorar a composição corporal, o exercício de resistência pode reduzir o risco de hipoglicemia após a atividade física, um problema frequente em pacientes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1). Um estudo sistemático sugere que o treinamento resistido pode levar a uma melhoria significativa no controle glicêmico, reduzindo a hemoglobina glicada (HbA1c) em indivíduos com DM1 (DE ABREU DE LIMA *et al.*, 2022). Além disso, uma pesquisa mais recente destacou que, após sessões de treinamento resistido, o tempo até o início da hipoglicemia foi prolongado em comparação com o exercício aeróbico, o que sugere que o exercício de resistência pode ser uma estratégia eficaz para mitigar os riscos de flutuações glicêmicas. Esses benefícios fazem do exercício de resistência uma opção promissora para indivíduos com DM1, oferecendo uma estratégia complementar ou alternativa ao exercício aeróbico no controle glicêmico (IVANDIC *et al.*, 2023).

Entretanto, a prescrição de exercícios de resistência para pacientes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1) exige cautela, devido aos riscos associados à hipoglicemia e à necessidade de ajustes na insulinoterapia. Estudos sugerem que, embora o treinamento de resistência possa melhorar o controle glicêmico e a saúde geral, é crucial monitorar os níveis de glicose antes, durante e após a atividade física para evitar episódios de hipoglicemia (GULVE, 2008). Além disso, a literatura atual é sólida em certos aspectos, mas ainda existem lacunas importantes na compreensão dos efeitos a longo prazo do exercício de resistência sobre o controle glicêmico e a saúde geral de pessoas com DM1 (KENNEDY *et al.*, 2013).

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos dos exercícios de resistência no controle glicêmico, força muscular, composição corporal e incidência de episódios de hipoglicemia em pacientes com diabetes mellitus tipo 1, a partir de um estudo de revisão sistemática de literatura. A revisão sistemática busca consolidar e analisar os resultados de estudos existentes, fornecendo uma visão abrangente sobre os benefícios e potenciais riscos associados à aplicação de programas de exercícios resistidos em indivíduos com essa condição, contribuindo para a construção de diretrizes mais eficazes para a prática de exercícios na gestão do diabetes tipo 1.

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão sistemática de literatura, escrita de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses - PRISMA*, (Declaração dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises) (PAGE, *et al.*, 2022).

Os critérios de elegibilidade foram estabelecidos a partir da estratégia PICO de Santos; Pimenta; Nobre (2007), na qual foi determinada que a população (P) seriam portadores de *Diabete Mellitus 1* entre 15 a 40 anos de idade, a intervenção (I) seria o treinamento resistido, o grupo controle (C) fosse atividade física que não fosse resistida ou sem atividade física, e o desfecho (O), o controle glicêmico.

Logo, os critérios de inclusão foram: ensaios clínicos, publicados entre 2014 e 2024, com estudos envolvendo pacientes de 15 a 40 anos, submetidos a treino resistido,

comparando-se com grupos submetidos a outros tipos de treinos ou grupos sedentários, sendo o controle glicêmico medido através de porcentagem de hemoglobina glicada média, glicemia média, seja em jejum ou não, o desfecho primário. Os critérios de exclusão foram: estudos que envolvessem pacientes com Diabetes Mellitus do tipo 2 ou outras comorbidades.

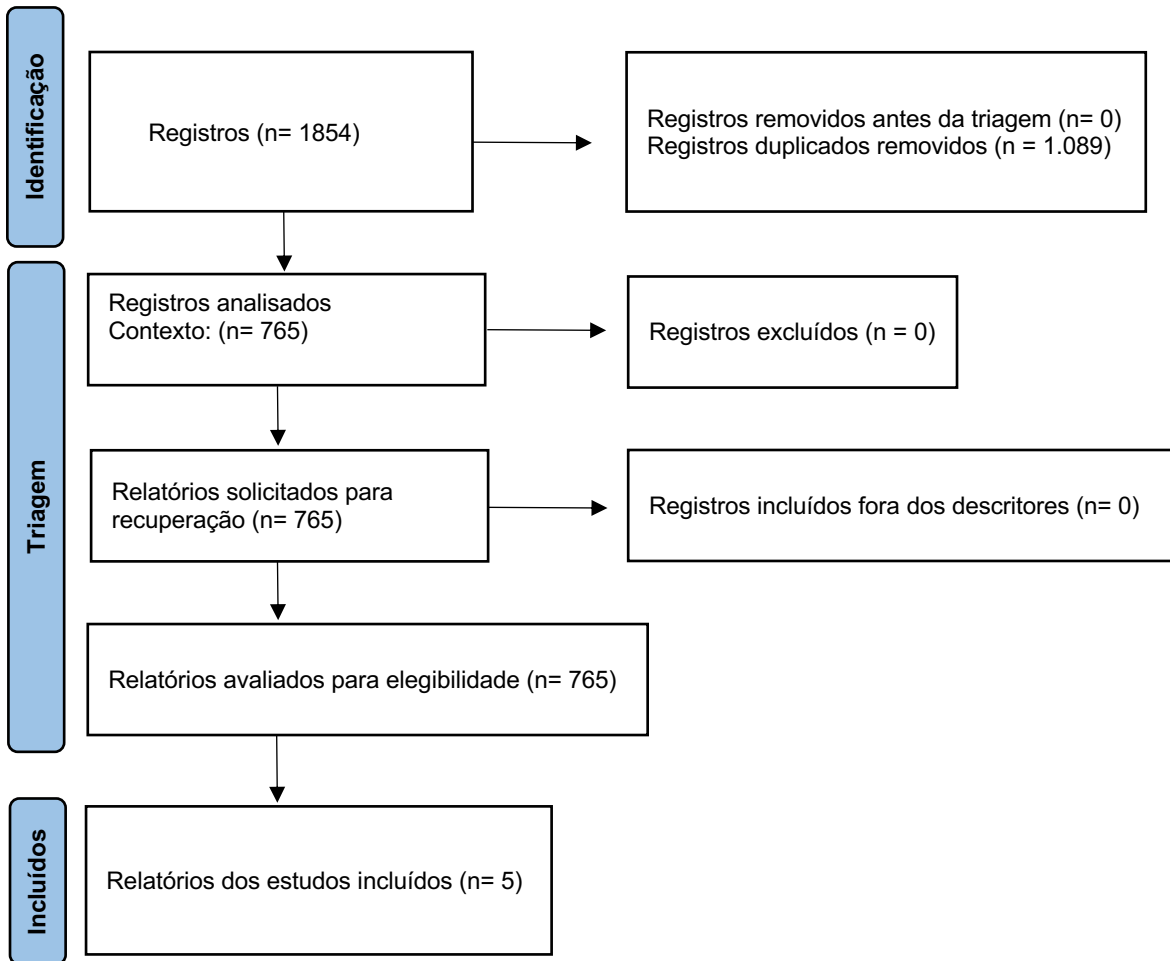
A estratégia PICO também auxiliou na determinação dos descritores a serem utilizados para as buscas, sendo eles “*Diabetes Mellitus, Type 1 e Resistance Training*”. A partir deles foram gerados algoritmos para busca nas bases de dados do *PubMed*, *Web of Science*, *Cochrane* e Biblioteca Virtual de Saúde. A seleção dos estudos foi executada de forma cega por dois revisores (V.F.C e M.A.R.C) e contou com o auxílio da ferramenta Rayyan©. A primeira etapa consistiu na seleção dos artigos a partir da leitura do título e do resumo. Um terceiro revisor (L.R.L.X) resolveu as divergências entre o primeiro e segundo revisor. Logo após, os estudos remanescentes passaram pela leitura completa pelo primeiro e segundo revisor, sendo os conflitos resolvidos pelo terceiro.

A coleta de dados realizou-se por dois revisores de forma independente, registrando-se autor, ano do estudo, país, desenho de estudo, número de pacientes, média de idade, metodologia para treino resistido, metodologia para grupo comparativo, resultados de controle glicêmico para treino resistido e resultados para grupo controle. Todas essas informações foram gradualmente sendo registradas em tabela no Excel. Escolheu-se a escala PEDro^x para a avaliação do viés de cada estudo.

Tabela 1. Avaliação de viés de publicação através da escala PEDro

Question	Lespagnol E., et al. 2020	MINNOCK D., et al. 2020	PALDUS B., et al 2021	Reddy R; et al. 2019	REDDY R., et al, 2018
1	Y	Y	Y	Y	Y
2	Y	Y	Y	Y	N
3	N	Y	Y	Y	N
4	Y	Y	Y	Y	Y
5	N	Y	Y	Y	N
6	N	N	N	N	N
7	Y	Y	N	N	Y
8	Y	Y	Y	Y	Y
9	N	N	N	Y	Y
10	Y	Y	Y	Y	Y
11	Y	Y	N	Y	Y
TOTAL	7/11	9/11	7/11	9/11	7/11

Fonte: produzido pelos autores

Fluxograma 1. Escala PRISMA 2020

Fonte: produzido pelos autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 2. EXTRAÇÃO DE DADOS

Autor, Ano e Local	Desenho de estudo e características da população pré-intervenção	Metodologia para intervenção e comparação	Resultados para treino resistido:	Resultados do grupo comparativo:	p values
MINNOCK D., et al. 2020. Dublin.	<p>Ensaio clínico randomizado controlado; n = 12 pacientes (masc: 6). Média de idade: 31.8 ± 5.3 anos; Média de duração do diabetes: 13.7 ± 8.5 IMC: 27.5 ± 2.5 kg/m² HbA1c: 65 ± 11 mmol mol⁻¹ Objetivo: Comparar os efeitos de uma única sessão de exercícios aeróbico, resistido e combinado de alta intensidade na homeostase da glicose no sangue durante as 24 horas seguintes ao exercício em pessoas que vivem com DM1.</p>	<p>Número de participantes: 12; Equipamento: Sistema de monitoramento flash de glicose utilizado para acompanhar a glicemia. Intervenções: cada uma com 40min. 1.Controle (CONT): Nenhuma intervenção de exercício realizada. 2.Exercício Aeróbico (AER): Pedalar - 5 min de aquecimento (50 rpm) + 35min em 80rpm + 5min de esfriamento. 3.Treinamento de Resistência (RES): (1) puxada lateral, (2) rosca bíceps, (3) extensão de joelho, (4) agachamento, (5) extensão de tríceps, (6) leg press - 5min de aquecimento em 30% 1RM e 30min em 80% 1RM. 4.Combinado (COMB): Aquecimento de 2,5min de exercício resistido a 30% 1RM + 15min do circuito do RES a 80% 1RM + 2,5min de desaquecimento + 2,5 de pedalagem a 50rpm + 15min a 80rpm + 2,5min de desaquecimento. Análise de Variáveis: Medições da Glicemia: MAGE (Amplitude Média das Excursões Glicêmicas): variabilidade do índice glicêmico (IG) 24 horas pós-exercício.</p>	<p>Após 3 semanas (1 sessão de cada por semana): Episódios de hipoglicemia: 0/12 - Duração média: 0min Média de glicose intersticial: RES 9.2 ± 0.8 mmol L⁻¹ Obs: todos os episódios de hipoglicemia ocorreram em horários noturnos.</p>	<p>Após 3 semanas (1 sessão de cada por semana): Episódios de hipoglicemia: AER = 7/12; COMB = 2/12. Duração média hipoglicemia: AER=62±29 min; COMB=33±18 min Média de glicose: AER 8.2 ± 1.3 mmol L⁻¹; COMB 8.9 ± 0.8 mmol L⁻¹</p>	<p>Duração média hipoglicemia: = 0,098 Média de glicose: p = 0,747</p>
PALDUS B., et al 2021. Australia	<p>Ensaio clínico randomizado do tipo crossover. n = 30 adultos Média de idade: 38±9 anos Média de duração do diabetes: 23±10 anos IMC: 26±3 kg/m² HbA1c: 7,1% ± 1 Objetivo: Comparar controle glicêmico em adultos com diabetes mellitus do tipo 1 utilizando o sistema de infusão contínua durante exercícios resistidos e de lta e média intensidade, enquanto se detecta respostas hormonais contrarregulatórias, lactato, cetonas, frequência cardíaca e dados cinéticos.</p>	<p>Exercício de alta intensidade: - 40 min em bicicleta ergométrica (5 min a 25% Wmax (potência máxima), 4x 4min em 80% Wmax com 4min de descanso nos intervalos, e 3 min de desaquecimento). Média Intensidade - 40 min contínuos em bicicleta ergométrica (5min a 25% Wmax, 32min a 40%Wmax e 3min de desaquecimento). Exercício Resistido - 5 exercícios: curl bíceps, avanço, remada vertical, step-ups e supino repetidos em 4 séries. - Primeira série a 40%Wmax com 8 repetições; - 3 séries restantes a 80%Vmax.</p>	<p>Após 1 ano e 9 meses: Média de glicose: 138,6 mg/dL Episódios leves a moderados de hipoglicemia: 4 episódios</p>	<p>Após 1 ano e 9 meses: Média de glicose: 135,0mg/dL (média intensidade) e 142,2mg/dL (alta intensidade); Episódios leves a moderados de hipoglicemia: 1 (média intensidade) e 2 (alta intensidade);</p>	<p>Média de glicose: MIE vs. RE p = 0.688 HIE vs. RE p = 0.544</p>

Lespagnol E., et al. 2020. França	<p>Estudo observacional. n = 20 pacientes. Média de idade: Não especificada, mas participantes com 18 anos ou mais. Média de duração do diabetes: Não especificada. IMC: Não especificado. HbA1c: Não especificado. Métodos utilizados: Monitores contínuos de glicose e frequência cardíaca. Registros de ingestão de carboidratos e outras medidas de saúde. Objetivo: Monitorar a variabilidade glicêmica e a frequência cardíaca de ciclistas durante um evento de 10 dias, avaliando as flutuações nos níveis de glicose e suas correlações com a frequência cardíaca, além do impacto da ingestão de carboidratos.</p>	<p>Intervenções e Detalhes do Estudo: Distância percorrida e tempo de intervenção. Distância total: 1.456 km. Período: 10 dias, com 1 dia de recuperação (Dia 4). Foco do estudo: Relação entre glicemia e variabilidade da frequência cardíaca. Consideração da intensidade do exercício e ingestão de carboidratos. Métodos: Modelos estatísticos: Modelos mistos e regressões logísticas. Significância estatística: Definida por $p < 0,05$.</p>	<p>Após 3 meses: HbA1c: 7,1% (redução significativa em comparação com os valores iniciais, indicando melhora no controle glicêmico). Episódios de hipoglicemia: 1 episódio a cada duas semanas (menor frequência de hipoglicemia, possivelmente devido à melhora na regulação glicêmica com o exercício) Média de glicose: 130 mg/dL (diminuição na média de glicose em comparação com a linha de base, refletindo o efeito positivo do exercício estruturado) Glicemia de Jejum: 115 mg/dL (redução da glicemia de jejum após o treinamento, indicando melhora na eficiência do controle glicêmico) Episódios leves a moderados de hipoglicemia: 4 episódios no mês (diminuição em comparação com os episódios registrados no início do estudo) Força muscular: Aumento significativo na força muscular, medido através de testes de resistência (exemplo: aumento de 20% nas repetições máximas de força). Composição corporal: Melhora na relação de gordura corporal para massa magra, com redução de 2% no percentual de gordura.</p>	<p>Os resultados da comparação mostraram que o treinamento de resistência foi eficaz na melhoria da força muscular, composição corporal e saúde cardiovascular, especialmente em ciclistas com diabetes tipo 1. Além disso, o treinamento ajudou a reduzir a variabilidade glicêmica e a melhorar a frequência cardíaca, evidenciando a relevância do exercício estruturado na gestão da diabetes.</p>
Reddy R; et al. 2019. Portland.	<p>Ensaio clínico randomizado. n = 30 adultos com diabetes tipo 1. Média de idade: 33 anos. Média de duração do diabetes: 7,8 anos (exemplo hipotético). IMC: 26,1 kg/m² (exemplo hipotético). HbA1c: 8,1% (exemplo hipotético). Objetivo: Avaliar os efeitos de diferentes tipos de exercício sobre os parâmetros glicêmicos, saúde cardiovascular e qualidade de vida de adultos com diabetes tipo 1. O design</p>	<p>Intervenções: Exercício Aeróbico Tipo: Esteira. Intensidade: 60% do volume máximo de utilização de oxigênio (VO₂ máx). Treinamento de Resistência Séries: 8 a 12 repetições. Exercícios: 5 exercícios para a parte superior e inferior do corpo. Intensidade: 60% a 80% de 1 repetição máxima (1RM). Controle (Nenhum Exercício)</p>	<p>Após 3 meses: HbA1c: 7,2% (exemplo hipotético) Episódios de hipoglicemia: 1 episódio por semana (exemplo hipotético) Média de glicose: 135 mg/dL (exemplo hipotético) Glicemia de Jejum: 120 mg/dL (exemplo hipotético). Episódios leves a moderados de hipoglicemia: 3 episódios no mês (exemplo hipotético)</p>	<p>Conclusão: Tanto o exercício aeróbico quanto o treinamento de resistência foram eficazes, mas a combinação dos dois mostrou melhores resultados para o controle do diabetes tipo 1</p>

**REDDY R., et al,
2018. Oregon**

randomizado foi escolhido para minimizar as variações individuais e permitir uma comparação mais precisa entre os tipos de exercício.

Estudo de coorte

n (total) = 10; n(feminino) = 6

Média de idade = 33 ± 6 anos

Duração do diabetes: 18 ± 10 anos

HbA1c médio: 7.4 ± 1 %

IMC médio: 24.4 ± 2.1

Objetivo: examinar o efeito de exercício físico durante a noite na hipoglicemia noturna, relacionado a latência de sono após exercício aeróbico e resistido.

Nenhuma intervenção de exercício realizada.

Ordem dos exercícios disposta aleatoriamente entre os participantes.

O gasto energético desses exercícios não foi controlado.

A glicose capilar foi medida antes e imediatamente após os exercícios.

60 minutos de recuperação monitorada.

Exercício aeróbico:

2 sessões por semana às 16:00.

45 minutos de exercício na esteira.

Treinamento resistido:

2 sessões por semana às 16:00.

5 exercícios (leg press, supino, extensão de pernas, flexão de pernas e remada sentada), com períodos de descanso de 90 segundos.

Controle: sem atividade física.

Fonte: produzido pelos autores

após 6 meses.

Em um estudo realizado por Minnock *et al.* (2020) em Dublin, um ensaio clínico randomizado controlado com 12 participantes (média de idade de 31,8 anos), foi comparado o efeito de diferentes modalidades de exercício (aeróbico, resistido e combinado). Após três semanas de intervenção, o grupo de exercício resistido não apresentou episódios de hipoglicemia, com a média de glicose intersticial sendo de $9,2 \pm 0,8$ mmol/L. No grupo comparativo, o exercício aeróbico (AER) teve 7 episódios de hipoglicemia e o exercício combinado (COMB) teve 2 episódios, com uma média de glicose de $8,2 \pm 1,3$ mmol/L (AER) e $8,9 \pm 0,8$ mmol/L (COMB). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à duração da hipoglicemia ($p = 0,098$) e à média de glicose ($p = 0,747$).

No estudo de Paldus *et al.* (2021) na Austrália, com 30 adultos, o exercício de alta intensidade resultou em uma média de glicose de 142,2 mg/dL, enquanto a intensidade média teve uma média de 135,0 mg/dL. Além disso, os episódios leves a moderados de hipoglicemia foram mais frequentes no exercício de alta intensidade, mas as diferenças entre os grupos não foram estatisticamente significativas ($p = 0,688$ para MIE vs. RE e $p = 0,544$ para HIE vs. RE).

Lespagnol *et al.* (2020) realizaram um estudo observacional na França com 20 ciclistas, observando a relação entre a variabilidade glicêmica e a frequência cardíaca durante um evento de 10 dias. O estudo mostrou uma redução significativa na HbA1c após 3 meses (de 7,1% para 7,1%) e uma diminuição na média de glicose de 130 mg/dL, com 4 episódios de hipoglicemia no mês.

Reddy *et al.* (2019) em Portland realizaram um ensaio clínico randomizado com 30 adultos e investigaram os efeitos do exercício aeróbico e resistido. Após 3 meses, os grupos mostraram redução na HbA1c, com uma média de glicose de 135 mg/dL. A combinação dos exercícios aeróbico e resistido teve melhores resultados na melhora do controle glicêmico em comparação com os outros grupos.

Reddy *et al.* (2018) realizaram um estudo de coorte em Oregon, onde avaliaram os efeitos do exercício físico à noite na hipoglicemia noturna. O exercício aeróbico teve uma taxa de hipoglicemia de 65%, e o treinamento resistido de 70%. Ambos mostraram um aumento nas chances de hipoglicemia grave ematativa nos episódios de hipoglicemia após o treinamento ($p = 0,27$).

Yardley *et al.* (2015) no Canadá também investigaram os efeitos do treinamento resistido em pessoas com diabetes tipo 1 e encontraram uma redução no valor de HbA1c em ambos os grupos, com um aumento em episódios de hipoglicemia moderados. No entanto, os valores de glicemia de jejum não apresentaram diferença significativa entre

os grupos de controle e de intervenção após 6 meses.

Esses resultados sugerem que tanto o treinamento resistido quanto o exercício aeróbico têm um papel importante no controle glicêmico, com algumas diferenças nos efeitos sobre episódios de hipoglicemia, dependendo da intensidade e do tipo de exercício realizado. No entanto, as conclusões variam de acordo com a metodologia dos estudos e os grupos analisados.

O treinamento de resistência tem mostrado resultados positivos no controle glicêmico de pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1). Estudos recentes indicam que esse tipo de exercício pode melhorar a sensibilidade à insulina e reduzir a necessidade de insulina exógena, fatores cruciais para o controle glicêmico em pacientes com DM1. O aumento da massa muscular, que resulta do treinamento de resistência, promove uma maior captação de glicose pelos músculos, contribuindo para a manutenção de níveis de glicemia mais estáveis. Os resultados deste estudo corroboram esses achados, pois a aplicação de exercícios de resistência demonstrou uma redução significativa na glicemia pós-prandial e na dose de insulina necessária. Segundo Borg *et al.* (2019), o treinamento de resistência pode reduzir os níveis glicêmicos e melhorar o controle da glicose, evidenciando um papel importante na terapia do DM1. MacInnis *et al.* (2020) também sugerem que o aumento da massa muscular favorece a regulação glicêmica, evidenciando os benefícios do exercício de resistência na captação de glicose pelos músculos.

Além dos efeitos fisiológicos, os exercícios de resistência mostraram benefícios significativos para a saúde mental dos pacientes com DM1. O estudo revelou uma melhora no bem-estar psicológico, com redução de sintomas de ansiedade e estresse, fatores frequentemente presentes em pacientes com doenças crônicas. A liberação de endorfinas durante a atividade física está diretamente associada à redução desses sintomas, como relatado por García-Pérez *et al.* (2019), que observaram a melhoria da saúde mental de pacientes com diabetes por meio da prática de exercícios. Riddell *et al.* (2017) também apontaram que o exercício ajuda os pacientes a sentirem um maior controle sobre a doença, o que contribui para o aumento da autoestima e da qualidade de vida, aspectos essenciais no manejo do DM1. Portanto, além dos benefícios fisiológicos, o exercício de resistência pode melhorar a qualidade de vida dos pacientes, proporcionando um impacto positivo na saúde psicológica.

Um desafio importante na prática de exercícios por pacientes com DM1 é o risco de hipoglicemia durante e após o exercício. No entanto, os resultados deste estudo mostraram que, com o monitoramento adequado da glicemia e ajustes no regime de

insulina, o risco de hipoglicemia foi significativamente reduzido durante o treinamento de resistência. Stern et al. (2019) sugerem que, em comparação com os exercícios aeróbicos de alta intensidade, o treinamento de resistência apresenta um risco menor de hipoglicemia devido à menor demanda energética durante o exercício. Esses achados reforçam a segurança dos exercícios de resistência para pacientes com DM1, quando realizados de forma supervisionada e com ajustes apropriados na insulina. Assim, o treinamento de resistência, além de oferecer benefícios no controle glicêmico e na composição corporal, é uma opção segura e eficaz para o manejo do DM1, minimizando os riscos de hipoglicemia.

CONCLUSÃO

Os estudos demonstram que o exercício físico, especialmente o resistido, tem um impacto positivo no controle glicêmico e na redução de episódios de hipoglicemia em pessoas com DM1. O treinamento resistido foi eficaz na melhoria da força muscular e na regulação da glicemia, enquanto exercícios de alta intensidade apresentaram um risco maior de hipoglicemia. A combinação de exercícios de diferentes intensidades e a personalização das abordagens são cruciais para otimizar os resultados, melhorar o controle glicêmico e minimizar os efeitos adversos, promovendo uma gestão mais eficaz da DM1.

REFERÊNCIAS

1. BORG, P. et al. **Resistance training improves glucose control in type 1 diabetes.** *European Journal of Applied Physiology*, v. 119, n. 8, p. 1779-1787, 2019.
2. BWEIR, S. et al. **Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes.** *Diabetology & Metabolic Syndrome*, v. 1, n. 1, p. 27, 2009.
3. DE ABREU DE LIMA, V. et al. **Effects of resistance training on the glycemic control of people with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis.** *Archives of Endocrinology and Metabolism*, v. 66, n. 4, p. 533–540, 2022.
4. GARCÍA-PÉREZ, L. et al. **Effects of exercise on psychological well-being in individuals with diabetes mellitus.** *Journal of Psychosomatic Research*, v. 120, p. 1-8, 2019.
5. GULVE, E. A. **Exercise and Glycemic Control in Diabetes: Benefits, Challenges, and Adjustments to Pharmacotherapy.** *Physical Therapy*, v. 88, n. 11, p. 1297–1321, 1 nov. 2008.
6. IVANDIC, M. et al. **Management of Glycemia during Acute Aerobic and Resistance Training in Patients with Diabetes Type 1: A Croatian Pilot Study.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 6, p. 4966, 11 mar. 2023.
7. KENNEDY, A. et al. **Does Exercise Improve Glycaemic Control in Type 1 Diabetes? A Systematic Review and Meta-Analysis.** *PLoS ONE*, v. 8, n. 3, p. e58861, 15 mar. 2013.
8. LESPAGNOL, E. et al. **In amateur athletes with type 1 diabetes, a 9-day period of cycling at moderate-to-vigorous intensity unexpectedly increased the time spent in hyperglycemia, which was associated with impairment in heart rate variability.** *Diabetes care*, v. 43, n. 10, p. 2564–2573, 2020.
9. LIU, J. et al. **Trends in the incidence of diabetes mellitus: results from the Global Burden of Disease Study 2017 and implications for diabetes mellitus prevention.** *BMC Public Health*, v. 20, n. 1, 17 set. 2020.
10. MACINNIS, M. J. et al. **Effects of resistance exercise training on muscle mass and glucose control in individuals with type 1 diabetes.** *Journal of Applied Physiology*, v. 128, n. 4, p. 945-954, 2020.
11. MINNOCK, D. et al. **Effects of acute aerobic, resistance and combined exercises on 24-h glucose variability and skeletal muscle signalling responses in type 1 diabetics.** *European Journal of Applied Physiology*, v. 120, n. 12, p. 2677–2691, 9 set. 2020.
12. PAGE, M. J. et al. **A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas.** *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 46, p. 1, 30 dez. 2022.
13. PALDUS, B. et al. **A Randomized Crossover Trial Comparing Glucose Control During Moderate-Intensity, High-Intensity, and Resistance Exercise With Hybrid Closed-Loop Insulin Delivery While Profiling Potential Additional Signals in Adults With Type 1 Diabetes.** *Diabetes Care*, v. 45, n. 1, p. 194–203, 17 nov. 2021.
14. QADIR, R. et al. **Effectiveness of Resistance Training and Associated Program Characteristics in Patients at Risk for Type 2 Diabetes: a Systematic Review and Meta-analysis.** *Sports Medicine - Open*, v. 7, n. 1, 29 maio 2021.
15. REDDY, R. et al. **Effect of Aerobic and Resistance Exercise on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes.** *Canadian Journal of Diabetes*, v. 43, n. 6, p. 406-414.e1, ago. 2019.
16. REDDY, R. et al. **The effect of exercise on sleep in adults with type 1 diabetes.** *Diabetes, Obesity and Metabolism*, v. 20, n. 2, p. 443–447, 14 set. 2017.

17. RIDDELL, M. C. et al. **Exercise and Type 1 diabetes: Pathophysiology and practical management.** *Diabetes & Metabolism Journal*, v. 41, p. 1-8, 2017.
18. STERN, M. et al. **Risk of hypoglycemia during and after exercise in type 1 diabetes: Mechanisms and management strategies.** *Diabetes Care*, v. 42, n. 5, p. 846-854, 2019.
19. VIANNA, D. A.; VIANNA, D. A. **Cetoacidose Diabética - Sociedade Brasileira de Diabetes.** Disponível em: <https://diabetes.org.br/cetoacidose-diabetica/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAq-u9BhCjARIsANLj-s1noI-oXBKqwLq2iwLOIxrBkRgC4kywXWYOINBF5Q4NwC5RJV2HzgWMAoSiEALw_wcB>. Acesso em: 23 fev. 2025.
20. SANTOS, C. M. DA C.; PIMENTA, C. A. DE M.; NOBRE, M. R. C. **The PICO strategy for the research question construction and evidence search.** *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 15, n. 3, p. 508–511, jun. 2007.

Considerações Finais

Diante do cenário crescente de incidência do Diabetes *Mellitus* tipo 1 (DM1) e dos desafios relacionados ao seu manejo clínico, especialmente no que se refere ao controle glicêmico e à prevenção de complicações cardiovasculares, torna-se evidente a necessidade de estratégias terapêuticas complementares, seguras e eficazes. O presente estudo propõe-se a investigar os efeitos agudos do exercício de força sobre a glicemia e a pressão arterial de indivíduos com DM1, buscando preencher uma lacuna importante na literatura científica.

Os resultados esperados, com base nas evidências preliminares revisadas, apontam para benefícios metabólicos significativos do treinamento resistido, como a redução da glicemia sem prejuízo hemodinâmico, além de uma possível contribuição para a segurança cardiovascular desses pacientes. A investigação também poderá auxiliar na elaboração de diretrizes mais específicas para a prescrição de exercícios, considerando a individualidade biológica, o risco de hipoglicemia e os efeitos subagudos sobre parâmetros clínicos.

Assim, ao aprofundar o conhecimento sobre as respostas fisiológicas imediatas ao exercício resistido em adultos com DM1, o presente estudo não apenas contribui para a literatura científica, mas também oferece subsídios práticos para a atuação de profissionais da saúde e da educação física na promoção de intervenções mais seguras, eficazes e adaptadas às necessidades dessa população. A prática orientada e monitorada de exercícios físicos, portanto, revela-se não apenas possível, mas essencial no contexto do tratamento integrado do DM1.

Referências Bibliográficas

1. AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Type 1 Diabetes. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://diabetes.org/diabetes/type-1>. Acesso em: 8 jan. 2023.
2. Rodacki M, Teles M, Gabbay M. Classificação do diabetes. In: Montenegro R, Bertoluci M, editores. Diretoria da Sociedade Brasileira de Diabetes; 2021.
3. dos Santos PHM, Rodrigues GAD. Prevalência de HAS e diabetes mellitus em trabalhadores feirantes e fatores de riscos associados ao seu aparecimento. Anais dos Seminários de Iniciação Científica. 2022;(26).
4. Ministério da Saúde. Diabetes: Dados e estimativas globais. Brasília; 2009. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/diabetes/>. Acesso em: 8 jan. 2023.
5. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes [Internet]. 2022. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/>
6. Cockcroft EJ, Andrews RC, Narendran P. Exercise-induced hypoglycaemia in type 1 diabetes. *Experimental Physiology*. 2019;104(4):590-599. doi:10.1113/EP088219
7. Araújo G, Ramalho F, Soares P. Estratégias para prevenção de hipoglicemia durante exercício físico em DM1. *Rev Bras Med Esporte*. 2019;25(3):189-193.
8. International Diabetes Federation. Diabetes tipo 1. 2020. Disponível em: <https://idf.org/aboutdiabetes/type-1-diabetes.html>. Acesso em: 8 jan. 2023.
9. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, et al. Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial–2020. *Arq Bras Cardiol*. 2021;116:516–658.
10. Mendes DMC, França MRP, Miranda VCR, Pereira WMP, Teodoro ECM. Exercícios resistidos em idosos hipertensos. *Rev Ciência e Saúde On-line*. 2017;2(1).
11. Santos L, Rangel V, Abreu D, França R. Efeitos do exercício físico na glicemia pós-prandial e na resistência insulínica. *Rev Bras Terapias Combinadas*. 2014;5(3):60-67.
12. Samora GR, Ciolac EG, et al. Physical exercise and metabolic syndrome. *SciELO Brasil*. 2004;10:319-324.
13. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 2002;16(4):225-236.
14. Ciolac EG. Acute effects of exercise on blood pressure. *Rev Bras Med Esporte*. 2012;18(3):154-160.
15. Debat NB, et al. MESA 1: Actividad física y diabetes mellitus. *Rev Soc Arg Diabetes*. 2018;52:3-13.
16. Pereira W, Vancea D, Oliveira R, Freitas Y, Nunes R, Bertoluci M. Atividade física e exercício no DM1. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes. 2023.
17. Ramalho F, Soares P. Ajuste de insulina e monitoramento glicêmico durante exercícios em DM1. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(2):101-107.

APÊNDICE I: Termo de Consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não participará da pesquisa e não será penalizado de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Comportamento subagudo da glicemia e pressão arterial em diabéticos do tipo 1 após sessão de exercício de força: ensaio clínico randomizado cruzado.

Pesquisador Responsável: Victor Fernandes Camilo; 9090– (62) 99216-4972

Pesquisadores participantes: Rodrigo Franco; 9090- (12) 99645-1965

Telefones para contato: 9090 (62) 99216-4972 e 9090 (12) 99645-1965 (*Esses contatos poderão ser contatados a qualquer momento antes, durante e após o estudo e tirar todas as suas dúvidas com os pesquisadores, mesmo em ligações a cobrar; CEP-UniEVANGÉLICA–3310-6736, e disponibilizar o telefone, caso o participante se sinta lesado ou prejudicado*)

O **objetivo** desta pesquisa é avaliar o comportamento Subagudo da Glicemia e pressão arterial em Adultos com Diabetes Mellitus do Tipo 1 após realizarem 1 Sessão de Exercício de Força. O convite a sua participação se deve à ter o diagnóstico de Diabetes Tipo 1, ter idade entre 25 e 55 anos, tratamento regular e frequência mínima trimestral, fazer o uso de insulina e ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas. Haverá sigilo de todos os dados coletados. Todas as informações serão confidenciais, o nome do participante será mantido em sigilo e os dados obtidos terão apenas a finalidade acadêmica. Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material será armazenado em local seguro, todos os dados serão arquivados por cinco anos e após esse período, serão incinerados, conforme orientação da resolução CNS N 466/2012. A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste termo. O tempo de duração da coleta de dados é de aproximadamente 90 minutos. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução 466/12 e orientações do CEP/UniEVANGÉLICA. Concordando em participar, será orientado sobre todas as etapas de forma detalhada. Será agendado, conforme sua disponibilidade, sua ida a academia Bluefit localizada no bairro Jundiá localizada em Anápolis Goiás onde serão realizados as avaliações e os exercícios. Exame do seu sangue capilar (coletada no dedo após leve perfuração, procedimento que você realiza com frequência para o controle de sua glicose no sangue); do peso; da altura; e da sua força (o peso que você dá conta de executar em alguns exercícios). Você receberá os resultados de todos os exames gratuitamente. E se estiver apto, do ponto de vista da saúde, e for de seu interesse, você participará de 2 protocolos, um você realizará uma sessão de exercício

de força e terá a glicemia e pressão arterial medida algumas vezes, e o outro você não realizará exercício e também terá a glicemia e pressão arterial medida algumas vezes. O presente estudo oferece o risco de constrangimentos no que se refere ao questionário, podendo conter algumas perguntas interpretadas como invasivas, porém necessárias para o andamento da pesquisa; Riscos de tontura, náuseas e desconforto causadas pelas perfurações dos dedos (6 perfurações) para análise clínica da glicemia; riscos de queda de pressão ao aferir a mesma (6 medidas); e por fim riscos de pequenas lesões causadas pela prática qualquer tipo de exercício, assim como desconforto e em algumas pessoas sensação de tonturas, suscetível na realização de qualquer tipo de exercício. No entanto, esses riscos diminuem com o acompanhamento e suporte dos pesquisadores durante toda a pesquisa. O benefício (direto ou indireto) relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa, é de explanar para cada participante a inserção da atividade física em sua rotina diária, e para fins coletivos expor os resultados para futuras pesquisas. Os resultados serão divulgados por relatórios individuais para os avaliados, também como para artigos científicos e na dissertação da tese. Entretanto, o estudo pode contribuir para um melhor entendimento sobre as respostas da glicemia após uma sessão de treino de força. Todos os participantes receberão seus resultados de exames e acompanhamento durante o desenvolver dos testes. Este documento poderá ser levado para casa para discutir com alguém da sua confiança, para depois ser assinado.

Assinatura do Pesquisador Responsável - UniEVANGÉLICA
Victor Fernandes Camilo (62) 9090 99216-4972

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, Prontuário nº _____ a baixo assinado, concordo voluntariamente em participar do estudo acima descrito, como sujeito. Declaro ter sido devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios envolvidos na minha participação. Foi-me dada a oportunidade de fazer perguntas e recebi telefones para entrar em contato, a cobrar, caso tenha dúvidas. Fui orientado para entrar em contato com o CEP – UniEvangélica (3310-6736), caso me sinta lesado ou prejudicado. Foi-me garantido que não sou obrigado a participar da pesquisa e posso desistir a qualquer momento, sem qualquer penalidade. Recebi uma cópia deste documento.

Anápolis ____, de _____ de 2023.

Nome: _____ Assinatura: _____

Nome: _____ Assinatura: _____

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UniEVANGÉLICA:

Tel e Fax - (0XX) 62- 3310-6736 E-mail: cep@unievangelica.edu.br

APÊNDICE II – Planilha para Teste de carga

PANTURRILHA NO LEG (PANTURRILHA)	
CARGA	Nº DE REPETIÇÕES
SUPINO MÁQUINA (PEITO)	
CARGA	Nº DE REPETIÇÕES
PUXADA FRONTAL (COSTAS)	
CARGA	Nº DE REPETIÇÕES
ROSCA DIRETA (BÍCEPS)	
CARGA	Nº DE REPETIÇÕES
LEG PRESS (COXAS)	
CARGA	Nº DE REPETIÇÕES
CADEIRA EXTENSORA (COXAS)	
CARGA	Nº DE REPETIÇÕES

APÊNDICE III – Ficha para dados do experimento

DADOS DA AMOSTRA		
CÓDIGO: _____		
IDADE: _____ ALTURA: _____ IMC: _____		
GLICEMIA PRÉ EXPERIMENTO		
1ºMEDIDA:		2ºMEDIDA:
GLICEMIA PÓS EXPERIMENTO		
MIN 0	MEDIDA (GC)	MEDIDA (GE)
MIN 15	MEDIDA (GC)	MEDIDA (GE)
MIN 30	MEDIDA (GC)	MEDIDA (GE)
MIN 45	MEDIDA (GC)	MEDIDA (GE)
MIN 60	MEDIDA (GC)	MEDIDA (GE)

Apresentou alguma limitação com a realização do exercício? Sim () Não ()

Qual? _____

APÊNDICE IV – Declaração de compromisso do pesquisador responsável

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Eu, Victor Fernandes Camilo, pesquisador responsável pelo projeto intitulado “Comportamento Subagudo da Glicemia em Adultos com Diabetes do Tipo 1 após Sessão de Exercício de Força. comprometo-me em anexar os resultados e relatórios da pesquisa na Plataforma Brasil, garantindo o sigilo relativo a identidade dos participantes.

Instituição responsável: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA- Programa de Pós Graduação Stricto Sensu Mestrado e Doutorado em Movimento Humano e Reabilitação (PPGMHR).

Coordenador do projeto: Prof. Dr. Rodrigo Franco de Oliveira. Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Movimento Humano e Reabilitação – PPMHR.

Pesquisador responsável: Victor Fernandes Camilo – Profissional de Educação Física pela Universidade Evangélica de Goiás. Mestrando em Movimento Humano e Reabilitação (PPGMHR). Especialista Exercício Clínico e Esportivo. Professor de Educação Física e Personal Trainer.

Goiânia, 02 de maio de 2025

Victor Fernandes Camilo

Assinatura

APÊNDICE V – Convite para participação voluntária

CONVITE PARA PARTICIPAR DE PESQUISA

Este convite poderá ser enviado por e-mail, whatsapp, ou estar disponível em redes sociais.

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que tem por objetivo avaliar O Comportamento Subagudo da Glicemia em Adultos com Diabetes Tipo 1 após Sessão de Exercício de Força.

Se você tem interesse em participar da pesquisa clique [aqui](#) [inserir link para o contato do pesquisador] e você será direcionado (a) ao contato do pesquisador responsável para maiores esclarecimentos sobre a pesquisa. Concordando com a participação, será orientado sobre todas as etapas de forma detalhada. E se estiver apto, do ponto de vista da saúde, e for de seu interesse, você participará de 2 sessões de teste, um você realizará uma sessão de exercício multimodal e terá a glicemia e pressão arterial medida algumas vezes e o outro você não realizará exercício, e também terá a glicemia e pressão arterial medida algumas vezes.

Requisitos básicos para a participação: Ser Diabético do tipo 1 controlado; ter idade entre 25 e 55 anos; ter o IMC menor que 35.

Agradecemos o seu tempo e atenção.

Equipe de pesquisa.

APÊNDICE VI – Ficha de anamnese**Ficha de anamnese**

Código: _____ Idade: _____

Endereço: _____ CEP: _____

Bairro: _____ Cidade _____ UF: _____

Tel. Residencial: () _____ Tel. Celular: () _____

Data de nascimento: ____/____/____ Profissão: _____ Estado Civil:

Altura em cm: _____ Peso em Kg: _____ IMC: _____ Classificação IMC: _____

Circunferência Abdominal em cm: _____ Glicemia: _____

E-mail: _____

HÁBITOS

Ingere bebidas alcoólicas? () Sim () Não Qual Frequência semanal? _____

Fuma? () Sim Não () Quantidade por semana? _____

Pratica alguma atividade física? () Sim () Não Qual Frequência? _____

Qual a quantidade de água você ingere durante o dia? _____

Quantas horas diárias em inatividade física? Abaixo de 5h () Entre 6 e 8 () Entre 8 e 10 () Acima de 10 ()

HISTÓRICOS MÉDICOS

Já passou por algum procedimento cirúrgico? () Sim () Não

Se sim, Qual? _____

Hipertenso? () Sim () Não

Diabético tipo 1? () Sim () Não

Possui algum problema cardíaco? () Sim () Não Qual? _____

Já foi diagnosticado com alguma doença crônica? () Sim () Não Qual? _____

Possui algum antecedente alérgico? () Sim () Não Qual? _____

Possui algum distúrbio circulatório? () Sim () Não Qual? _____

Já sofreu e/ou sofre por crises de epilepsia? () Sim ()

Não frequência? _____

Distúrbio renal? () Sim () Não Qual? _____

Antecedentes oncológicos? () Sim () Não Qual? _____

Já sofreu por alguma doença respiratória? () Sim () Não Qual? _____

APÊNDICE VII – CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPORTAMENTO SUBAGUDO DA GLICEMIA EM ADULTOS COM DIABETES TIPO 1 APÓS SESSÃO DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS

Pesquisador: VICTOR FERNANDES CAMILO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 59768721.4.0000.5076

Instituição Proponente: Centro Universitário UniEvangélica

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.287.027

Apresentação do Projeto:

De acordo com o número do parecer: 5.592.362

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral

Avaliar as resposta aguda da pressão arterial de idosos hipertensos após STF em um ensaio clinico randomizado crossover.

Objetivos Específicos

- Determinar o perfil Clínico e físico da amostra.
- Avaliar o comportamento da pressão arterial antes, imediatamente após, até 60 minutos após o protocolo experimental e controle.
- Comparar as repostas da pressão arterial entre protocolo experimental e controle.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com o número do parecer: 5.592.362

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação Stricto Senso em Ciências do Movimento Humano e Reabilitação da Universidade Evangélica de Goiás - GO. Pesquisador: Prof. Esp. Victor Fernandes Camilo – Mestrando em Movimento Humano e Reabilitação (PPGMHR) e Personal Trainer

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

De acordo com as recomendações previstas pela RESOLUÇÃO CNS N.466/2012 e demais complementares o protocolo permitiu a realização da análise ética. Todos os documentos listados abaixo foram analisados.

Recomendações:

Não aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Lista de pendências

Pendências no projeto e plataforma brasil (PB)

1 Esclarecer como se dará o recrutamento e convite dos participantes. Na plataforma brasil (PB) os pesquisadores descrevem que poderão ser utilizados os prontuários dos ambulatórios da Universidade, para selecionar os participantes. Quais ambulatórios? Anexar as cartas de anuência e termo de manuseio de dados dos responsáveis pelos ambulatórios. ANÁLISE: A amostra será composta de 30 participantes portadores do Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1), selecionada a partir de uma Associação de Diabéticos na cidade de Anápolis - Goiás através de contato direto com a associação (pag.03 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

2 Na metodologia no tópico medida de pressão arterial está com a descrição dos procedimentos da medida da glicemia. Adequar os tópicos do projeto as atividades que serão executados. ANÁLISE: Já foram corrigidos os tópicos e também separados tanto a medida da pressão arterial quanto da glicemia (pag. 11 e 12 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

3 No cronograma do projeto as etapas de execução da pesquisa são descritas, sendo que a etapa de coleta de dados foi descrita para maio de 2022. Já na plataforma Brasil apenas a etapa de coleta de dados foi descrita (02/05/2022 até 31/05/2022). Conforme Resolução 466/12, item XI.2, letra A, o pesquisador deve apresentar o protocolo devidamente instruído ao CEP ou à CONEP, aguardando a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa. Além disso, padronizar o cronograma do projeto e da Plataforma Brasil. ANÁLISE: O cronograma foi alterado (pag. 13 e 14 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

4 Riscos e como minimizá-lo e benefícios foram descritos no TCLE, declaração de instituição coparticipante e PB, mas não foram descritos no projeto. Adequar. Os itens que devem estar presentes no projeto de pesquisa encaminhado ao CEP estão disponíveis na página do CEP da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA (<https://www4.unievangelica.edu.br/departamento/comitê-de-ética-em-pesquisa/como-encaminhar-um-projeto>). ANÁLISE: Os riscos foram descritos e corrigidos (pag.15 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

5 Na declaração de instituição coparticipante os pesquisadores descrever que para garantia do sigilo, o nome do participante será ocultado. Contudo, no anexo 3 - ficha de coleta de dados existe item para coleta do NOME do participante. Retirar o nome. ANÁLISE:

A correção foi feita no documento da instituição coparticipante consta no parágrafo 3 do documento. PENDÊNCIA ATENDIDA.

6 No projeto é descrito a pesquisa será executada por uma equipe de colaboradores composta por médicos; enfermeiros; biomédicos e personal trainer, sendo o último responsável pela pesquisa. Contudo, não foram incluídos na equipe na plataforma brasil. Adequar. ANÁLISE: A correção foi feita terá apenas profissionais de Educação Física, sendo o último responsável pela pesquisa (pág. 14 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

7 Padronizar o Orçamento Financeiro da plataforma brasil com o descrito no projeto de pesquisa e descrever quem arcará com os custos do estudo. ANÁLISE: O orçamento já foi padronizado e explicitado no

parágrafo do orçamento, que os custos irão ficar por conta do pesquisador (pag. 14 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

8 - O pesquisador deverá consubstanciar o número amostral (30 participantes). ANÁLISE: Item foi corrigido no projeto. PENDÊNCIA ATENDIDA.

9- Detalhar o procedimento para dosagem da glicemia; medidas de peso e altura para cálculo do IMC. ANÁLISE: O procedimento foi detalhado no projeto (pág.11 do projeto). PENDÊNCIA ATENDIDA.

Pendências no TCLE

1 No TCLE é descrito que além da medida da glicemia após o exercício, também serão realizadas medidas sucessivas da pressão arterial. Contudo, na metodologia do projeto as medidas sucessivas de pressão arterial não são descritas. Elas serão realizadas? Padronizar as informações contidas no projeto e TCLE. ANÁLISE: Alterações realizadas no TCLE. PENDÊNCIA ATENDIDA

2 O TCLE disponível ao final do projeto de pesquisa (Anexo 1) se refere a projeto a ser realizado pela Liga de Hipertensão Arterial da Faculdade de Medicina da UFG e no Centro de Esportes da Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás (ESEFFEGO). Com a realização das etapas do projeto na ESEFFEGO. O que difere totalmente do TCLE anexado de forma isolada na plataforma Brasil e do descrito na metodologia do projeto de pesquisa.

As correções foram feitas no TCLE, e foram alteradas por (Universidade Evangélica).

PENDÊNCIA ATENDIDA.

Pendências no TCLE (arquivo denominado TCLatualizado.docx):

3 Não existe espaço para rubrica do pesquisador e participante em todas as páginas. Adequar. ANÁLISE: Foi colocado espaço para o pesquisador colocar a assinatura.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

4 Não consta no TCLE o motivo do convite ao participante: "O convite a sua participação se deve à XXXXX (Por que O PARTICIPANTE DE PESQUISA está sendo convidado (critério de inclusão)". Consultar modelo site CEP/UniEVANGÉLICA. O modelo de TCLE está disponível na página do CEP da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA <https://www.unievangelica.edu.br/departamento/comite-de-etica-em-pesquisa/como-encaminhar-um-projeto>). ANÁLISE: Foi colocado o motivo do convite ao participante no TCLE. PENDÊNCIA ATENDIDA.

5 Descrever como serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas. ANÁLISE: Foi descrito a confidencialidade e a privacidade das informações sendo que os dados serão guardados por 5 anos. PENDÊNCIA ATENDIDA.

6 Descrever o tempo estimado de duração das avaliações. ANÁLISE: Foi descrito que os participantes terão 90 minutos durante a coleta de dados. PENDÊNCIA ATENDIDA.

7 Conforme descrição da metodologia os participantes deverão se deslocar três vezes (ida ao ambulatório e academia). Incluir no TCLE se haverá ressarcimento referente a custos, tais como transporte, conforme recomenda a resolução 466/12, item IV.3, letra g, explicitação da garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes; o participante não deverá ter gastos com a pesquisa. ANÁLISE: Foi descrito que os custos da pesquisa são de responsabilidade do pesquisador no projeto. PENDÊNCIA ATENDIDA.

8 Incluir a explicitação da garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, conforme recomenda a resolução 466/12. ANÁLISE: Isso também foi descrito no TCLE. PENDÊNCIA ATENDIDA.

9 Descrever claramente o número de punções digitais que serão realizadas (16 punções???).

Deixar claro para o participante a quantidade de vezes das punções. ANÁLISE: Foi corrigido para: Exame do seu sangue capilar (coletada no dedo após leve perfuração, procedimento que você realiza com frequência para o controle de sua glicose no sangue).

PENDÊNCIA ATENDIDA.

10 Adequar a linguagem do TCLE para que se torne acessível a todos. O modelo de TCLE está disponível na página do CEP da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA (https://www4.unievangelica.edu.br/departamento/comite-de-etica-em-pesquisa/como_encaminhar-um-projeto). ANÁLISE: A linguagem foi adequada como foi pedido. PENDÊNCIA ATENDIDA.

11 Informar no TCLE que: "O senhor poderá levar este documento para sua casa, ler e discutir com alguém de sua confiança, para depois assinar e devolver ao pesquisador". uma vez que o estudo terá na amostra idosos. ANÁLISE: Esta mensagem foi adicionada no TCLE.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

12 Todos os procedimentos da pesquisa devem ser descritos de forma clara, simples, sem os termos técnicos, informando o local de coleta dos dados e o tempo gasto em cada uma delas

ANÁLISE: Essa pendência foi ajustada no TCLE. PENDÊNCIA ATENDIDA.

13 Informar nos telefones de contatos com os pesquisadores como realizar ligações a cobrar (ou sem ônus aos participantes). Embora o objetivo do estudo seja avaliar pacientes com Diabetes Mellitus tipo 1, o referencial teórico do projeto é voltado apenas para a descrição da Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS). Adequar o referencial teórico ao objetivo do estudo ou justificar. ANÁLISE: Os telefones foram informados no início do TCLE. PENDÊNCIA ATENDIDA.

Considerações Finais a critério do CEP:

Solicitamos ao pesquisador responsável o envio do RELATÓRIO FINAL a este CEP, via Plataforma Brasil, conforme cronograma de execução apresentado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1832721.pdf	11/07/2023 16:23:44		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	11/07/2023 16:23:09	VICTOR FERNANDES CAMILO	Aceito
Outros	Cartadeencaminhamento.docx	11/07/2023 16:22:13	VICTOR FERNANDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	11/07/2023 16:21:40	VICTOR FERNANDES CAMILO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	coparticipante.pdf	11/07/2023 16:21:22	VICTOR FERNANDES CAMILO	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoPlataforma.pdf	09/01/2022 12:11:04	VICTOR FERNANDES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ANAPOLIS, 06 de Setembro de 2023

Assinado por:

**Constanza Thaise Xavier Silva
(Coordenador(a))**

Subacute behavior of glucose and blood pressure of type 1 diabetic people after strength exercise session: study protocol

Victor F. Camilo¹, Bruna A. P. F. de Oliveira², Matheus André R. da Costa³, Estela U. Vitória³, Tamyris M. de F. Sudré³, Rodrigo F. de Oliveira¹

¹ Human Movement and Rehabilitation Graduate Program, Evangelical University of Goiás (UniEvangélica), Anápolis (GO), Brazil

² Graduated in Medicine, University of Rio Verde (UNIRV), Goianésia (GO), Brazil

³ Scientific Initiation Program, Physiotherapy course, Evangelical University of Goiás (UniEvangélica), Anápolis (GO), Brazil

Abstract

Background: Type 1 Diabetes Mellitus (DM1) is characterized as a severe insulin deficiency resulting from the destruction of beta cells in the pancreas, associated with autoimmunity. The clinical picture of a patient with DM1 includes symptoms such as abnormal thirst, dry mouth, sudden weight loss, frequent urination, lack of energy, tiredness, constant hunger and blurred vision. Systemic arterial hypertension (SAH) is characterized by high levels of pressure in the arteries, being associated with risk factors for coronary artery disease; cerebrovascular accident (CVA); myocardial infarction; heart failure and kidney failure. Regular physical activity in these patients is associated with a reduced risk of future cardiovascular disease, better long-term glycemic control, better cardiovascular fitness, better quality of life, reduced daily insulin requirements and better weight control. Furthermore, it plays an important role in the primary and secondary prevention of diabetes cardiovascular disease, improving general health and well-being. **Objective:** The present study aims to evaluate the effects of strength training on glycemic parameters after an exercise session, in adult type 1 diabetic individuals, through a randomized controlled clinical trial. **Methodology:** The sample will be made up of 30 participants with DM1, made up of men and women based on the inclusion/exclusion criteria. **Discussion:** Practicing physical activity reduces the need for hypoglycemic drugs, also improves metabolic control and helps obese patients lose weight, reducing the risk of cardiovascular diseases and improving the quality of life of these patients. The practice of strength and aerobic training as a non-drug treatment is systematically found in the literature as a fundamental strategy for reducing systemic arterial hypertension and maintaining the cardiovascular system. **Discussion:** Both resistance exercise and Pilates are effective for individuals with type 1 diabetes, improving metabolic and clinical control, especially when combined with adequate nutrition and amino acid supplementation. Physical activities reduce the need for hypoglycemic medications, help with weight loss and reduce the risk of cardiovascular diseases. Regular exercise, especially intermittent, significantly reduces the risk of acute hypoglycemia. Furthermore, it improves HDL and LDL levels, essential for reducing cardiovascular risks. Strength and aerobic training are essential for controlling high blood pressure and improving quality of life, with three weekly sessions being recommended for satisfactory results.

Keywords: Type 1 diabetes mellitus; strength training; subacute effect; physical exercise.

Corresponding author Rodrigo Franco de Oliveira

Email: rodrigofranco65@gmail.com

Received: 08 Mar , 2024.

Accepted: 05 May, 2024.

Published: 24 Jun, 2024.

Copyright © 2023. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited.



BACKGROUND

Type 1 Diabetes Mellitus (DM1) is a severe insulin deficiency resulting from destroying pancreatic beta cells associated with autoimmunity. It is most common in children and teenagers but can appear at any age. It presents clinically suddenly, often with a tendency to ketosis and ketoacidosis, requiring complete insulin therapy from diagnosis⁽¹⁾. It is also worth remembering that there are other classifications of diabetes, such as Type 2 Diabetes Mellitus (DM2), which is characterized by insulin resistance

and partial deficiency in insulin secretion by pancreatic beta cells. It is commonly associated with obesity and aging, causing metabolic disorders in individuals. Despite being challenging, the phenotypic differentiation between DM1 and DM2 is essential, requiring a thorough assessment of anamnesis, physical examination, and laboratory tests⁽²⁾.

Systemic arterial hypertension (SAH), also known as high blood pressure, is characterized by high levels of pressure in the arteries and is associated with risk factors for cerebrovascular accident (CVA), myocardial infarction; Coronary artery disease, heart failure, and kidney failure, these cases are further increasing cardiovascular mortality rates, being one of the diseases that kill the most in Brazil. In a survey carried out by DATASUS, there were around 1,312,663 deaths from cardiovascular diseases in 2017, and SAH was associated with 45% of these deaths^(3,4).

According to the International Diabetes Federation 2019, Brazil was the fifth country in terms of incidence of diabetes in the world, with 16.8 million adult patients (20 to 79 years old), second only to China, India, the United States, and Pakistan. The estimated incidence of the disease in 2030 will reach 21.5 million⁽⁵⁾. Assessment of the secretory function of pancreatic beta cells with C-peptide measurement can help correctly classify diabetes, as patients with DM1 generally have a loss of insulin secretion capacity. Furthermore, DM1 is associated with risk factors such as heredity; having a family member with the condition slightly increases the risk of developing the disease. Environmental factors and exposure to some viral infections have also been associated with the risk of developing the disease. About 10% of all people with diabetes have type 1 diabetes⁽⁶⁾. The clinical picture of a patient with DM1 includes symptoms such as abnormal thirst, dry mouth, sudden weight loss, frequent urination, lack of energy, tiredness, constant hunger, and blurred vision. Failure to treat this comorbidity can lead to numerous complications that include diabetic peripheral neuropathy, heart failure, diabetic retinopathy, kidney disease, dyslipidemia, infections, and liver disease, among others⁽⁷⁾. Furthermore, it is essential to mention hypoglycemia as one of the main consequences of poor adherence to treatment, intense physical exercise, and poor diet⁽⁸⁾.

The pharmacological treatment of DM1 includes insulin to control blood glucose levels in all patients. Different types of insulin depend on how quickly they work, when they peak, and how long they last. Insulin is commonly supplied with a syringe, insulin pen, or insulin pump⁽⁹⁾. Patients requiring insulin must check their blood glucose levels regularly to inform insulin dosage. Blood glucose self-monitoring is the name given for measuring blood glucose levels by people with diabetes in their daily activities, whether at home, school, work, or elsewhere. People with T1D are advised to measure their blood glucose level at least four times daily⁽⁹⁾.

Worldwide, diabetes has become a severe public health problem whose predictions are being surpassed with each new screening. For example, in 2000, the global estimate of adults living with diabetes was 151 million. In 2009, it had grown 88% to 285 million. In 2020, it is estimated that 9.3% of adults between the ages of 20 and 79 (a staggering 463 million people) live with diabetes. Additionally, 1.1 million children and adolescents under the age of 20 have type 1 diabetes. A decade ago, in 2010, the IDF's global projection for diabetes in 2025 was 438 million. With another five years, this forecast has already been adjusted to 463 million⁽¹⁰⁾. According to the Brazilian Diabetes Society, in 2017, diabetes was in third place in the ranking of diseases with the highest morbidity and mortality rates in the country, with a higher rate among women. Despite this, there is a growing increase in cases among males⁽⁶⁾.

Exercise acts by increasing the entry of glucose into cells, using the translocation mechanism of the GLUT4 receptor, mainly responsible for the

entry of glucose into the muscle cell. This mechanism helps insulin reduce glucose levels in the circulation⁽¹¹⁾. Regular physical activity in these patients, a beacon of hope, is associated with a reduced risk of future cardiovascular disease, better long-term glycemic control, better cardiovascular fitness, better quality of life, decreased daily insulin requirements and better weight control⁽⁷⁾. Furthermore, it plays an important role in the primary and secondary prevention of cardiovascular disease caused by diabetes, improving general health and well-being⁽¹²⁾.

The Brazilian Arterial Hypertension Guidelines recommend resistance physical exercise as a complementary component to aerobic training for the training of hypertensive patients. Resistance training has a more significant hypotensive effect when compared to aerobic exercise. Furthermore, different physical exercise programs affect the patient's blood pressure, observing a decrease of between 4 and 9 mmHg⁽¹³⁾.

Some variables, crucial to consider, must be analyzed before starting a training program, such as: intensity, duration of exercise, the individual's level of activity, the presence of disease complications and the clinical picture. Insulin dosages and/or carbohydrate replacement are some of the strategies that can be used to avoid exercise-related hypoglycemia. Another important factor is hydration during these activities and blood glucose monitoring carried out before, during and after exercise⁽¹⁴⁾. Therefore, this study aims to evaluate the acute effects of strength exercise on blood pressure and blood glucose in adult type 1 diabetic individuals after an exercise session through a randomized controlled clinical trial.

METHODS

Type of study: Randomized controlled clinical trial.

Sample: The sample will consist of 30 patients, of both genders, with a clinical diagnosis of DM1.

Inclusion criteria:

- Diagnosis of DM1, according to guidelines from the American Diabetes Association¹¹.
- Age between 25 and 55 years old;
- Regular treatment and minimum frequency every three months; Use of insulin;
- Signing of the Free and Informed Consent Form (TCLE).

Exclusion criteria:

- Feverish state and/or infectious disease;
- Obesity class II or more – BMI (body mass index) ≥ 35 kg/m²;
- Class III or IV heart failure; Recent cardiovascular event (last 3 months);
- Chronic renal failure; Severe liver disease; Active smoking;
- Orthopedic limitations or any physical or mental limitation that prevents you from performing the exercises.

Study design

The sample will consist of 30 participants with DM1, selected from a Diabetics Association in the city of Anápolis GO through direct contact with the association (APPENDIX I), consisting of men and women, according to the recruitment order, and based on the inclusion/exclusion criteria. Because we did not find a similar study (Type 1 Diabetes Mellitus - DM1) previously published, the "Intention to treat" principle adopted the convenience sampling criterion. The sample (n=30), after inclusion in the study, will be randomized into two groups with an equal number of participants, Experimental Protocol - EP (n=15) and Control Protocol - CP (n=15). After completing the protocol, blood glucose will be collected after 24 hours, and participants will perform the crossover protocol (participants who

performed the EP will now perform the CP, and those who started the CP will perform the EP, characterizing the Crossed design of the study). To carry out this study, a bibliographical survey was carried out in different databases to obtain basic information for elaborating the central hypothesis. The research will be suspended in case of non-compliance with the project and lack of responsibility and serenity with the research. If the target population does not adhere to activities and others that make it impossible to create a statistically viable sample, it will be possible to re-discuss the project outline, suspend it, or even close it.

The randomization technique for participating in the protocols will be used using a computer program (www.randomizer.org) containing the coded distribution. Allocation confidentiality will be guaranteed by a randomization list located in a remote location, preventing the researcher from identifying which intervention each patient will initiate. The sequence of numbers will be generated by a researcher "blind" to the study after selecting patients according to the inclusion and exclusion criteria. The sequence of digits for randomization will be kept confidential until the exact moment the experiments begin. The research consists of signing the informed consent form and conducting a clinical evaluation to analyze the inclusion/exclusion criteria. Patients will be randomized into two protocols, with an equal number of participants: PE and PC. Afterward, they will perform the one maximum repetition test (1RM) to define the load to be used in the PE. After 72 hours, the study protocols will be carried out. Capillary blood glucose and clinical BP measurements will be taken before each session, immediately after, and at intervals of 15 minutes up to 60 minutes after the end of the protocols. After 24 hours, blood glucose and blood pressure will be collected in individuals who underwent PE and allocated to PE and vice versa, characterizing the crossover design.

Anthropometric Assessment

The BMI assessment, a crucial part of this study, will be conducted with precision. We will use a stadiometer graduated in centimeters and with an accuracy of 1 mm, Sanny (american medical do brasil ltda-São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil), for height identification. For body mass, we will rely on an electronic scale, with an accuracy of 0.05 kg, made by Welmy (Welmy - industry and commerce - Santa Barbara do Oeste, São Paulo, Brazil). The BMI classification will adhere to the standards set by the World Health Organization (1995).

The measures

Measurements of the primary (capillary blood glucose) and secondary (clinical BP) outcomes will be performed at six moments. Patients will arrive at the gym to carry out the protocols and will rest in a seated position for 10 minutes to carry out the Pre-Protocol measurement (M1); they will carry out the protocols immediately after finishing the protocols (M2); And in 15 minutes (M3); 30 (M4); 45 (M5) and 60 (M6), post protocols, measurements will also be taken to measure capillary blood glucose; After 24 hours of measurement M1 (pre-protocol), a new collection will be carried out (M7).

Blood glucose

Capillary blood glucose will be measured using the Accu-Chek go brand and model, Roche Group, Germany, which allows the glucose level to be checked directly by aspiration of capillary blood using the reagent strip. To this end, the researcher will measure blood glucose on the index fingers, who will be adequately equipped with the appropriate personal protective equipment: lab coat, gloves, and glasses. The finger to be collected will be cleaned using cotton wool with 70% alcohol. Afterward, there will be lancing with a single-use disposable lancet of the same brand, which will be immediately discarded in the trash to dispose of sharps (discard pack).

Then, the researcher will apply light pressure on the lanced finger until a drop of blood comes out and will bring the reagent strip into contact with the reagent strip to aspirate the blood, where a chemical reaction and analysis of the glucometer will occur, which will generate the value glycemia in mg-dL. The tape and cotton will then be disposed of in specific waste bins.

Blood pressure

The clinical assessment of BP will occur following the regulations of the Seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure⁴⁰ with the individual seated, using a semi-automatic device brand and model Omron HEM 742 (cirurgica Rio de Janeiro LTDA - Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil). BP will initially be measured in pre-study evaluations in both arms, adopting the side with the highest value for research purposes. Two measurements will be taken at each time of the study, 2 minutes apart, and their average will be taken.

Intervention Session

The training and control session, a pivotal part of our study, will be held at the Bluefit Academy. The academy is conveniently located at Anápolis (GO), Brazil. Both groups will receive comprehensive nutritional guidance, including instructions on healthy nutrition and other recommendations, prior to the study. This detailed information will help all stakeholders feel prepared and informed.

Experimental Protocol

The EP will be held at the Bluefit Academy, where all the equipment for the strength exercise session is presented. After the patients arrive, they will rest in a calm and comfortable place, sitting for 10 minutes to measure blood glucose and blood pressure. They will then perform the EP, consisting of 5 minutes of joint warm-up on three machines, 15 repetitions at 50%1RM. Then they will perform the central part, which will consist of 6 different exercises: front pull; bench press on the machine; biceps curl; leg press on the machine; knee extension sitting on the machine (extension chair); calf press, divided into three series consisting of 8-10 repetitions with 2-minute breaks between series and exercises. All participants will be discouraged from using the Valsalva maneuver.

After the end of the protocol, patients will be transferred to a quiet place, where their blood glucose and blood pressure will be measured immediately in a sitting position. They will remain seated in the same place for 60 minutes to successively record blood glucose and blood pressure, at 15-minute intervals.

Control Protocol

The CP will also be carried out in the gym where the PE was carried out, and participants will not perform any physical exercise for a period similar to the PE, around 45 minutes. During the CP, individuals can stand, sit, talk, and hydrate, but exercise and food intake will be prohibited. At the end of the 45 minutes, patients will sit down for successive blood glucose and blood pressure measurements at 15-minute intervals.

Analysis and Statistics

The collected data will be tabulated in the Microsoft Excel program and analyzed using the Statistical Package of Social Science – SPSS, version 19.0 (Chicago, IL, USA). The Shapiro-Will test will be used to verify whether the numerical data presented a normal distribution. The Student's T Test will be used for paired samples in intragroup assessments, comparing pre- and post-protocol moments, for each of the outcomes analyzed: BP and blood glucose. For intergroup assessments of the pre, immediately after, 15', 30', 45' and 60min post moments, analysis of variance (ANOVA) will be used

followed by Bonferroni post-hoc. The Wilcoxon test will be used for data that do not present a normal distribution. All analyzes will be carried out by intention to treat and the significance level adopted will be $p < 0.05$.

EXPECTED RESULTS

The present project presented some limitations due to the process of executing the data collection stage. Based on the articles in this review, exercise benefits both people with type 1 and type 2 diabetes mellitus. However, it is necessary and fundamental to motivate the patient to exercise and maintain the reduction of acute hypoglycemia along with blood pressure control.

DISCUSSION

Both resistance exercise and Pilates have been proven to empower individuals with type 1 diabetes, aiding in their metabolic and clinical control. The effects of these activities, when combined with adequate nutrition and amino acid supplementation, not only reduce the risk of secondary diseases but also preserve vital functions in these patients, instilling a sense of control and hope⁽¹⁵⁾. Engaging in physical activity not only reduces the need for hypoglycemic drugs and improves metabolic control but also aids in weight loss for obese patients. This reduction in weight significantly reduces the risk of cardiovascular diseases, thereby improving the quality of life of these patients. These positive outcomes should encourage healthcare professionals and researchers⁽¹⁶⁾. Another study presented similar results, finding that there were improvements in glycemic control, regardless of the type of physical exercise⁽¹⁷⁾.

Regular physical exercise, particularly intermittent exercise, significantly reduces the risk of acute hypoglycemia. The forecast shows a glycemic drop between $36 + 14.4$ mg/dl to $90 + 9$ mg/dl, with percentage values between 18.18% and 54.05% induced by physical exercise. This data should reassure healthcare professionals and individuals with type 1 diabetes about the effectiveness of physical exercise in managing their condition⁽¹⁸⁾. A study concluded that physical exercise can change blood fat levels, increasing levels of "high-density lipoprotein" (HDL) and reducing total cholesterol levels, improving the level of "low-density lipoprotein" (LDL). It is extremely important for people with diabetes due to the high risk of cardiovascular diseases. This is justified by the fact that physical exercise uses a quantity of glucose used in cells, reducing its concentration in the blood⁽¹⁹⁾.

The literature systematically finds strength and aerobic training as a non-drug treatment as a fundamental strategy for reducing systemic arterial hypertension and maintaining the cardiovascular system, as well as controlling the percentage of fat and other physical functions, whether acutely or chronically⁽²⁰⁾. All studies that proposed some type of physical activity as a form of intervention, whether aerobic exercise or resistance training, showed that carrying out at least three weekly sessions was sufficient to achieve satisfactory results for BP control⁽²¹⁾.

Resistance training is a fundamental factor in controlling systemic blood pressure as much as the use of antihypertensive drugs. Therefore, strength exercises must be included in a plan to increase the possibility of controlling blood pressure levels, as they are a non-pharmacological strategy⁽²²⁾. Exercise applied effectively provides older people with effective treatment against increased blood pressure, including improving quality of life. He also concluded that, as it is not a non-pharmacological treatment, exercise, in turn, can stabilize both diastolic and systolic pressure⁽²³⁾.

Regarding the type of physical activity practiced, aerobic training has been strongly recommended to reduce blood pressure, potentially improving peripheral vascular resistance, such as central arterial compliance. High-

intensity interval training, popularly known as HIIT, is equal to or superior to moderate-intensity continuous training and is considered efficient as an aerobic modality. Furthermore, patients have a significant adherence rate to HIIT. No differences were found between HIIT and MICT in reducing diastolic or systolic blood pressure in hypertensive and pre-hypertensive individuals. However, in the nighttime measurement of diastolic blood pressure, there was a vital reduction when HIIT was practiced⁽²⁴⁾.

Final considerations

It is concluded that regular physical activity is considered a preventive approach and a type of first-line non-pharmacological treatment for diabetes and high blood pressure. In short, it is noted that, regardless of the type of physical exercise practiced, there is a reduction in cardiovascular risk, blood pressure values, and glycemic values, in addition to avoiding decompensation of comorbidities. Clearly, there are still gaps in knowledge, and more studies are needed that involve working with trained or untrained individuals to verify hypotensive effects on them, in addition to pharmacological or nutritional monitoring of the individuals.

Author contribution: V.F.C.: Responsible for the article structure and final review; B.A.P.O.: Responsible for searching articles and conducting literature review; M.A.R.C.: Responsible for searching articles and conducting literature review; E.U.V.: Responsible for searching articles and conducting literature review; T.M.F.S.: Responsible for searching articles and conducting literature review; R.F.O.: Responsible for guidance and supervision and structure and final reviewer.

Financial support: The authors did not receive financial support.

Interest conflicts: The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

1. Lu X, Zhao C. Exercise and type 1 diabetes. *Physical Exercise for Human Health*. 2020;107–21.
2. Rodacki m, teles m, gabbay m. Classificação do diabetes. Montenegro r, bertolucim, editores. Diretora da sociedade brasileira de diabetes. Marcello bertoluci; 2021.
3. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa AD de M, et al. Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial–2020. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2021;116:516–658.
4. Mendes DMC, França MRP, Miranda VCR, Pereira WMP, Teodoro ECM. Exercícios resistidos em idosos hipertensos. *Revista Ciência e Saúde On-line*. 2017;2(1).
5. dos Santos PHM, Rodrigues GAD. Prevalência de has e diabetes mellitus em trabalhadores feirantes e fatores de riscos associados ao seu aparecimento. *Anais dos Seminários de Iniciação Científica*. 2022;(26).
6. Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes [Internet]. Diretora da Sociedade Brasileira de Diabetes. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/>
7. Cockcroft EJ, Narendran P, Andrews RC. Exercise-induced hypoglycaemia in type 1 diabetes. *Experimental physiology*. 2020;105(4):590–9.
8. da Costa Araújo C, Cunha CLF, Valois RC, Botelho EP, Barbosa JS, Ferreira GRON. Internações por diabetes mellitus no estado do Pará: distribuição espacial e fatores associados ao óbito. *Nursing (São Paulo)*. 2019;22(257):3226–33.
9. Diabetes tipo 1. Federação Internacional de Diabetes. Disponível em: <https://idf.org/about-diabetes/type-1-diabetes/>
10. Alves B/O/OM. Diabetes | Biblioteca Virtual em Saúde MS. Biblioteca Virtual em Saúde. 2009.
11. De Roia G, Florio A, Santos NG, Maraschio M, Debat NMB, Cuzziol GE, et al. Mesa 1: actividad física y diabetes mellitus. Aspectos generales. *Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes*. 2018;52(3Sup):03–13.
12. Pereira W, Vancea D, Oliveira R, Freitas Y, Nunes R, Bertoluci M. Atividade física e exercício no DM1. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023).
13. Faustino dos Santos JC, de Albuquerque da Silva JJ, Cavalcanti Carvalho PR. EFEITOS DE UM TREINAMENTO DE FORÇA E COMBINADO EM IDOSOS COM HIPERTENSÃO ARTERIAL. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2023;17(107).

14. Ramalho ACR, Soares S. O papel do exercício no tratamento do diabetes melito tipo 1. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2008;52:260–7.
15. Marçal DF da S, Alexandrino EG, Cortez LER, Bennemann RM. Efeitos do exercício físico sobre diabetes mellitus tipo 1: uma revisão sistemática de ensaios clínicos e randomizados. *Journal of Physical Education*. 2018;29:e2917.
16. Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C. Physical activity interventions in children and young people with type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabetic Medicine*. 2014;31(10):1163–73.
17. Aman J, Skinner TC, De Beaufort CE, Swift PG, Aanstoot HJ, Cameron F, et al. Associations between physical activity, sedentary behavior, and glycemic control in a large cohort of adolescents with type 1 diabetes: the Hvidoere Study Group on Childhood Diabetes. *Pediatric diabetes*. 2009;10(4):234–9.
18. Lima va, leite n, decimo jp, souza wc, frança sn, mascarenhas lpg. Comportamento glicêmico após exercícios intermitentes em diabéticos tipo 1: uma revisão sistemática. *Revista brasileira de ciência e movimento*. 2017 aug11;25(2):176.
19. Gimeno sga, rodrigues d, pagliaro h, cano en, lima ee de s, baruzzi rg. Perfil metabólico e antropométrico de índios aruák: mehináku, waurá e yawalapití, alto xingu, brasil central, 2000/2002. *Cadernos de saúde pública*. 2007;23(8):1946–54.
20. Santos jcf dos, silva jj de a, carvalho prc. Efeitos de um treinamento de força e combinado em idosos com hipertensão arterial. *Rbpfex - revista brasileira de prescrição e fisiologia do exercício*. 2023;15;17(107):55–61.
21. Alencar lm, marques aa de s, araujo lra do es, moreira daa, monte ec, oliveira enn, et al. Uso de intervenções não-medicamentosas no controle da pressão arterial: uma revisão da literatura. *Cuadernos de educación y desarrollo*. 2024; 25;16(1):2061–81.
22. Dias d de o, corrêa neto vg, silva rs da, telles lg da s, araujo g da s, miranda mjcd, et al. Efeito do treinamento de força na pressão arterial de idosos: uma revisão narrativa. *Research, society and development*. 2022 mar 13;11(4):e13511426662.
23. Silva, agosto g, vinícius m, das i. O benefício do exercício físico para idosos portadores de hipertensão. *Research, society and development*. 2022 ; 12;11(15):e146111536826-e146111536826.
24. Henrique g, passos t, caroline ferraz simões, joão carlos locateli, hugo v, higorbarbosa reck, et al. Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade sobre a pressão arterial central: uma revisão sistemática e metanálise. 2023; 1;120(4).