



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

KENNEDY FREITAS PEREIRA ALVES

**EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A
TEMPERATURA CUTÂNEA, CIRCULAÇÃO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E
PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2:
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

RECIFE
2021

KENNEDY FREITAS PEREIRA ALVES

**EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A
TEMPERATURA CUTÂNEA, CIRCULAÇÃO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E
PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2:
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Fisioterapia na Atenção à saúde

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria das Graças Rodrigues de Araújo

Coorientadora: Prof^a Dr^a Ana Paula de Lima Ferreira

**RECIFE
2021**

Catalogação na fonte:
Bibliotecário: Mônica Uchôa, CRB4:1010

A474e Alves, Kennedy Freitas Pereira.
Efeito imediato da vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2: ensaio clínico / Kennedy Freitas Pereira Alves. –2021.
107 f.; il.; tab.; quad.; 30 cm.

Orientadora: Maria das Graças Rodrigues de Araújo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Fisioterapia.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Diabetes mellitus. 2. Velocidade do fluxo sanguíneo. 3. Temperatura cutânea. 4. Equilíbrio postural. 5. Vibração. I. Araújo, Maria das Graças Rodrigues de. (Orientadora). II. Título.

615.8 CDD (20.ed.)

UFPE (CCS 2021-153)

KENNEDY FREITAS PEREIRA ALVES

**EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A
TEMPERATURA CUTÂNEA, CIRCULAÇÃO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E
PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2:
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Fisioterapia através de parecer de avaliação de dissertação para defesas por videoconferência no contexto da pandemia do COVID-19. **Área de concentração** Fisioterapia na Atenção à saúde

Aprovada em: 23/03/2021

BANCA EXAMINADORA

Participação via Videoconferência

Prof^a. Dr^a. Shirley Lima Campos (Examinador Interno)

Departamento de Fisioterapia/CCS/UFPE

Participação via Videoconferência

Prof^o. Dr. Marcelo Renato Guerino (Examinador Externo)

Departamento de Fisioterapia/CCS/UFPE

Participação via Videoconferência

Prof^o. Dr. Mario Bernardo Filho (Examinador Externo)

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes/UERJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus meu pai amado e misericordioso que é tudo em todos. A Nossa Senhora, mãe de Deus e minha e a São José meu padroeiro que intercede por mim junto a seu filho Jesus.

Aos meus amados pais Carlos Zoberto Alves e Amarina Freitas Pereira Alves por serem meu porto seguro e por estimularem a busca de todos os meus sonhos proporcionando todo o suporte necessário para alcançá-los e por serem para mim exemplos de seres humanos, pais, amigos e cristãos.

Aos meus irmãos, Karllyson Freitas Pereira Alves, Kennyo Freitas Pereira Alves e Karynna Isabella Freitas Pereira Alves, pela cumplicidade, amor, paciência e por me amarem do jeito que sou e aceitar minha forma de amá-los.

Aos meus familiares que, apesar de estarem fisicamente distantes, sempre acreditaram no meu potencial, que pedem sempre a Deus por mim, minha vida e para que eu realize não só os meus planos mas os planos de Deus em minha vida.

Em especial a minha avó, Maria Sabino Alves, pelo amor que tem por mim capaz de recarregar as minhas energias e me motivar a nunca desistir.

Aos meus amigos em especial a Amada Mirelle, Sandro Damasceno, Eicleide Miranda, Karlos Henrique, Francóis Talles, Antônio Guilherme e Sandro Rogério, porque são os melhores amigos que uma pessoa pode ter e estão sempre presentes em todos os momentos de minha vida sejam eles bons ou ruins.

Aos meus companheiros de residência multiprofissional em atenção ao câncer e cuidados paliativos, Ruan Carlos, Diogo Timóteo, Nathalia Outtes, Andreza Aguiar, Jônatas Silva, Ana , Ayanny Lima, Talitha Didier, Rebecca Julião, Wanessa Silva por me motivarem a seguir esse caminho e provarem que família também são aqueles que escolhem ficar ao nosso lado. Amo vocês.

Aos meus fiéis companheiros do Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) em especial a Francóis Talles, Luana Parente, Thaís Marques, Horiana Cristina e Gabriel Barreto pelo carinho, atenção, ensinamentos e pelos maravilhosos momentos vividos e pela ajuda na concretização deste trabalho. Vocês foram fundamentais e esse trabalho é fruto de um trabalho em conjunto pois, sem vocês jamais seria possível concluí-lo.

Aos participantes voluntários que fizeram parte deste trabalho minha gratidão eterna pela confiança e pela disposição em ajudar. A ciência agradece a vocês pela contribuição que foi dada.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia e do programa de pós-graduação em Fisioterapia da UFPE pelo suporte, paciência e acolhimento.

Aos meus professores e mestres, em especial a minha orientadora Prof.^a D.^{ra} Maria das Graças Rodrigues de Araújo que foi mais que uma orientadora, foi uma verdadeira mãe e mostrou a importância do professor humanizado, que olha para cada aluno e que busca não só repassar conteúdos, mas preparar cada um para a vida e a encarar os seus desafios. Tenho imensa gratidão e guardo em minha memória todos os conselhos, puxões de orelhas, viagens e momentos de conversas pessoais. Eu a amo e a tenho como uma estrela guia. A minha coorientadora Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Lima Ferreira pelos conselhos, exemplo de profissional e pela lapidação deste manuscrito, meus *sinceros agradecimentos*.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

“Deus é amor!” (EVANGELISTA, João , 80-95 DC, (livro 1, Cap. 4, versículo 8).

RESUMO

O Diabetes Mellitus (DM) tem apresentado comprometimento sensório motor, micro e macrovascular, impactando negativamente no fluxo sanguíneo, temperatura cutânea, sensibilidade e pressão plantar. A vibração de corpo inteiro é uma modalidade de exercício físico que vem sendo utilizada em pacientes com DM. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito imediato da vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea (Câmera Termográfica), circulação (Ultrasonic Vascular Doppler), sensibilidade periférica (monofilamento, diapasão e tubo de ensaio gelado) e pressão plantar (baropodometria) de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2. Um estudo do tipo ensaio clínico, controlado, randomizado (ECR) e duplo cego, que seguiu as diretrizes estabelecidas no *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT), aprovado pelo comitê de ética parecer nº 3.219.332, e registrado no site www.clinicaltrials.gov (NCT04207853). Foram recrutados indivíduos com idade entre 45 e 80 anos, com e sem diabetes, com tempo mínimo dediagnóstico do DM de 2 anos e máximo de 20 anos, independentes funcionalmente e sedentários. Os voluntários foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos: grupo de vibração de corpo inteiro 24Hz em diabéticos (G1), grupo de vibração “sham” em diabéticos (G2), grupo controle de diabéticos (G3), grupo de vibração de corpo inteiro 24Hz em não diabéticos(G4), grupo de vibração “sham” em não diabéticos (G5) e grupo controle de não diabéticos (G6). Foi realizada uma única sessão de tratamento composto por 8 séries de 45 segundos com 30 segundos de intervalo entre as séries, para G1 e G4. G2 e G5 ficaram sob a plataforma desligada com estímulo sonoro simulando o tratamento. Os grupos G3 e G6 foram avaliados, receberam panfletos e orientações sobre o diabetes e foram reavaliados logo em seguida. Para avaliar a distribuição normal dos dados o teste de Shapiro Wilk foi utilizado. As variáveis contínuas (teste de Kruskal-Wallis H) e o teste χ^2 para as variáveis categóricas para verificar a homogeneidade. Para comparação intragrupo por Wilcoxon e entre os grupos por Kruskal- Wallis H). Os resultados são apresentados em: APÊNDICE D (Artigo de Estudo piloto) apresentando uma redução da temperatura e do fluxo sanguíneo nos pés de idosos diabéticos; APÊNDICE E (Capítulo de livro de estudo piloto com idosos) onde VCI e Sham não melhoraram a sensibilidade e circulação periféricas de idosos com DM2; e o APÊNDICE C (ECR) onde foi visto que A VCI reduziu a sensibilidade e a pressão plantar, mas não alterou a circulação e a temperatura cutânea quando comparados ao Sham e ao Controle de diabéticos enão diabéticos. Como resposta a um efeito agudo de VCI ocorre a diminuição da sensibilidade

cutânea, não há alteração na circulação e na temperatura cutânea e diminuição da pressão plantar de adultos e idosos com e sem DM2.

Palavras-chave: diabetes mellitus; velocidade do fluxo sanguíneo; temperatura cutânea; equilíbrio postural; vibração.

ABSTRACT

Diabetes Mellitus (DM) has shown motor, micro and macrovascular sensory impairment, negatively impacting blood flow, skin temperature, sensitivity and plantar pressure. Whole body vibration is a physical exercise modality that has been used in patients with DM. The aim of this study was to evaluate the immediate effect of whole-body vibration on skin temperature (Thermographic Camera), circulation (Vascular Ultrasonic Doppler), peripheral sensitivity (monofilament, tuning fork and cold test tube) and plantar pressure (baropodometry) of adults and elderly with and without type 2 diabetes. Clinical, controlled, randomized (RCT) and double-blind trial, which followed the guidelines established in the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT), approved by the opinion of the ethics committee nº 3219. 332, and registered on the website www.clinicaltrials.gov (NCT04207853). Individuals aged between 45 and 80 years, with and without diabetes, with a minimum time of DM diagnosis of 2 years and a maximum of 20 years, functionally independent and sedentary, were recruited. The volunteers were randomly divided into 6 groups: 24Hz whole body vibration group in diabetics (G1), simulated diabetic vibration group (G2), diabetic control group (G3), 24Hz whole body vibration group in non diabetics (G4), vibration group "sham" in non-diabetics (G5) and control group of non-diabetics (G6). A single treatment session was performed, consisting of 8 sets of 45 seconds with an interval of 30 seconds between sets, for G1 and G4. G2 and G5 were under the platform turned off with sound stimulus simulating the treatment. Groups G3 and G6 were evaluated, received leaflets and guidelines on diabetes and were reassessed shortly thereafter. To assess the normal distribution of data, the Shapiro Wilk test was used. continuous variables (Kruskal-Wallis H test) and χ^2 test for categorical variables to verify homogeneity. For intragroup comparison by Wilcoxon and between groups by Kruskal-Wallis H. The results are presented in: Annex 1 (Pilot Study Article) showing a reduction in temperature and blood flow in the feet of elderly diabetics; Annex 2 (Chapter of a pilot study book with the elderly) where VCI and Sham did not improve the sensitivity and peripheral circulation of elderly people with DM2; and ARTICLE 1 (ECR) where it was verified that IVC reduced plantar sensitivity and pressure, but did not change circulation and skin temperature when compared to Sham and Control for diabetics and non-diabetics. In response to an acute effect of the IVC, there is a decrease in skin sensitivity, there is no change in circulation and skin temperature, and a decrease in plantar pressure in adults and elderly people with and without DM2.

Keywords: *diabetes mellitus; blood flow speed; skin temperature; postural balance; vibration.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DISSERTAÇÃO

Figuras	Descrição	Página
Figura 1 - Tipos de Plataformas Vibratórias		25
Figura 2 - Alocação dos Pesquisadores e voluntários		33
Figura 3 - <i>Ultrasonic Vascular Doppler BV-620VP.</i>		38
Figura 4 - Câmera Termográfica FLIR E40bx.		39
Figura 5 - Regiões de análise termográfica		40
Figura 6 - Projeções anteroposteriores e laterais do centro de gravidade; pontos de pressão mínima, média e máxima de cada pé.		41
Figura 7 - Pontos de avaliação da sensibilidade com Estesiômetro (Semmes-Weinstein Monofilaments, diapasão e tubo de ensaio gelado)		42
Figura 8 - Plataforma Vibratória Kikos P204.		42
Figura 9 - Paciente sobre a Plataforma		43

APÊNDICE C

Figuras	Descrição	Página
Figura 1 - Alocação dos pacientes e dos 94 voluntários		67
Figura 2 - Fluxograma de captação e alocação dos voluntários		68

Descrição

Quadros

Quadro 1 - Classificação da pressão arterial (> 18 anos).	36
---	----

LISTA DE TABELAS

DISSERTAÇÃO

TABELAS	Descrição	Página
Tabela 1 - A definição e operacionalização das variáveis.	34	
Tabela 2 - Protocolo de treinamento em plataforma vibratória	43	

APÊNDICE C

TABELAS	Descrição	Página
Tabela 1 - Caracterização da Amostra quanto a linha de base dos grupos	68	
Tabela 2 - Análise inter e intragrupos da temperatura cutânea da região anterior e posterior das pernas, dorso e planta dos pés, antes e após a intervenção.	69	
Tabela 3 - Análise inter e intragrupos da velocidade do fluxo sanguíneo nas artérias tibiais anteriores e artéria dorsal dos pés, antes e após a intervenção .	69	
Tabela 4 - Análise inter e intragrupos da alteração da sensibilidade térmica dos pontos avaliados nos pés antes e após intervenção	69	
Tabela 5 - Análise inter e intragrupos da alteração da sensibilidade dolorosa dos pontos avaliados nos pés antes e após intervenção	70	
Tabela 6 - Análise inter e intragrupo da alteração da sensibilidade tátil dos pontos avaliados nos pés antes e após intervenção.	71	
Tabela 7 - Análise inter e intragrupo da alteração da sensibilidade vibratória dos pontos avaliados nos pés antes e após intervenção.	71	
Tabela 8 - Análise inter e intragrupo da pressão plantar antes e após a intervenção.	72	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

β	Beta
%	Porcentagem
°C	Graus celsius
ADA	American Diabetes Association
ASCOM	Assessoria de Comunicação Social
bpm	batimentos por minuto
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CONSORT	Consolidated Standards of Reporting Trials
COP	Centro de Pressão
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DM	Diabetes Mellitus
DM1	Diabetes Mellitus tipo 1
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
DSBD	Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes
ECR	Ensaio Clínico Controlado e Randomizado
FACOTTUR	Faculdade de Comunicação, Tecnologia e Turismo de Olinda
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
g	grama
G1	Grupo de vibração de corpo inteiro 24Hz em diabéticos
G2	Grupo de vibração “sham” em diabéticos
G3	Grupo controle de diabéticos
G4	Grupo de vibração de corpo inteiro 24Hz em não diabéticos
G5	Grupo de vibração “sham” em não diabéticos
G6	Grupo controle de não diabéticos
GLUT4	Transportador de Glicose 4
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HbA1c	Hemoglobina Glicada A1c
HC	Hospital das Clínicas
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IMC	Índice de Massa Corpórea
ITIV	Imagen Termográfica por Infravermelho
Kg	Quilograma
KPa	Quilopascal
LACIRTEM	Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais
MEEM	Mini-Exame do Estado Mental
mg/dL	miligramma por decilitro
mm	milímetros
mmHg	milímetros de mercúrio
Mmol	Milimol
NAI	Núcleo de Atenção ao Idoso
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PPG-FT	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, nível Mestrado em Fisioterapia
QAFH	Questionário de Atividade Física Habitual
RCQ	Razão Cintura/Quadril
s	segundo
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SIAB	Sistema de Informação da Atenção Básica
SpO₂:	Saturação Periférica de Oxigênio
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UDV	Ultrassonografia por Doppler Vascular
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNATI	Universidade Aberta à Terceira Idade
VCI	Vibração de Corpo Inteiro
Vibração sham	Vibração fictícia (apenas efeito sonoro)
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	17
2	INTRODUÇÃO	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	21
4	JUSTIFICATIVA	28
5	PERGUNTA CONDUTORA	29
6	HIPÓTESE	30
7	OBJETIVOS	31
7.1	OBJETIVO GERAL	31
7.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
8	MATERIAIS E MÉTODOS	32
8.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO	32
8.2	LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO	32
8.3	CASUÍSTICA	32
8.4	DEFINIÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS	34
8.5	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	36
8.5.1	sinais vitais e glicemia capilar	36
8.5.2	dados antropométricos	37
8.5.3	circulação periférica: velocidade do fluxo sanguíneo	38
8.5.4	temperatura cutânea	39
8.5.5	distribuição da pressão plantar	40
8.5.6	sensibilidade cutânea periférica	41
8.6	PROTOCOLO EXPERIMENTAL	42
8.6.1	vibração de corpo inteiro	42
8.7	ANÁLISE DE DADOS	44
8.8	ASPECTOS ÉTICOS	44
9	RESULTADOS	46
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO	55
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	57

APÊNDICE C – EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A TEMPERATURA CUTÂNEA, CIRCULAÇÃO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO	59
APÊNDICE D - IMMEDIATE EFFECT OF WHOLE-BODY VIBRATION ON SKIN TEMPERATURE AND LOWER-LIMB BLOOD FLOW IN OLDER ADULTS WITH TYPE 2 DIABETES:	80
PILOT STUDY	
APÊNDICE E - EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A SENSIBILIDADE E CIRCULAÇÃO PERIFÉRICA DE IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO PILOTO	90
ANEXO A - MINE EXAME DE ESTADO MENTAL	103
ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL	104
ANEXO C - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO DO DIABETES	106

1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi elaborada a partir de um projeto de pesquisa da linha de pesquisa “Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica”, da área de concentração “Fisioterapia na atenção básica e saúde”, do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu*, nível mestrado em Fisioterapia (PPG-FT) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A dissertação foi desenvolvida no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da UFPE, onde se tem a linha de pesquisa “Assistência fisioterapêutica convencional versus assistência fisioterapêutica baseada em problemas em pacientes com Doença de Parkinson, Osteoporose e Diabetes Mellitus: impacto nos desfechos osteomusculares, cardiorrespiratórios e funcionais”, sob responsabilidade da Profª Drª Maria das Graças Rodrigues de Araújo.

A pesquisa com diabetes neste grupo de pesquisa iniciou em 2014 e o interesse por esse tema surgiu após o diagnóstico de diabetes da pesquisadora responsável pelo laboratório supracitado. Desde então alguns trabalhos vem sendo desenvolvidos e têm apresentado resultados promissores que em breve deverão estar em revistas de relevância na área.

Esse estudo também possibilitou: um projeto de iniciação científica (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/UFPE); uma publicação do estudo piloto, por meio de um trabalho de conclusão de curso da Graduação em Fisioterapia da UFPE, em revista internacional Qualis A2, fator de impacto: 2.217; uma parceria internacional de extrema importância para o PPG-FT tendo em vista o cenário atual de crise de prioridades do atual governo.

A dissertação foi elaborada conforme as normas vigentes do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da UFPE. Os frutos desse trabalho foram: APÊNDICE D: artigo científico intitulado: *Immediate Effect of Whole-Body Vibration on Skin Temperature and Lower-Limb Blood Flow in Older Adults with Type 2 Diabetes: Pilot Study*, publicado em janeiro de 2020 na *Applied Sciences-Basel.*, v. 10, p. 690, 2020 onde se obteve como resultado uma redução da temperatura e do fluxo sanguíneo nos pés de pacientes diabéticos; APÊNDICE E: capítulo de livro, que teve como título: Efeito imediato da vibração do corpo inteiro sobre a sensibilidade e circulação periférica de idosos com diabetes mellitus tipo 2: estudo piloto (publicado no *Fisioterapia princípios fundamentais*, editora Conhecimento Livre, Piracanjuba-GO, 2020) e o Artigo original (APÊNDICE C): Efeito imediato da vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade

periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2: ensaio clínico randomizado será submetido também a *Applied Sciences*.

Além das contribuições científicas em congressos, simpósios e outros eventos científicos o mestrando coorientou trabalhos de conclusão de curso de graduação de Fisioterapia e participou de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de curso de graduação de Fisioterapia, tanto na UFPE quanto na FACOTTUR (Faculdade de Comunicação, Tecnologia e Turismo de Olinda). O mestrando, a convite, apresentou seus resultados parciais no 11º Congresso Internacional de Fisioterapia em Salvador – BA no ano de 2019, na qualidade de conferencista.

Ressalta-se a participação do mestrando na elaboração de capítulos de livros (e-books) que foram publicados pelos membros do LACIRTEM; e o protocolo do estudo foi apresentado pela orientadora Prof.^a Dr.^a Maria das Graças Rodrigues Araújo em congresso internacional sobre a temática de vibração de corpo inteiro. Por fim, mas não menos importante registramos que três trabalhos foram premiados em congressos e simpósios como melhores trabalhos apresentados em forma de banner e apresentação oral.

Esta dissertação foi elaborada atendendo às normas vigentes do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFPE, contendo as seguintes sessões: 2. Introdução; 3. Referencial Teórico; 4. Justificativa; 5. Pergunta condutora; 6. Hipótese; 7. Objetivos; 8. Materiais e Métodos; 9. Resultados; 10. Considerações finais; e Referências, Apêndices e Anexos, apresentados sob a forma de artigo científico original.

2 INTRODUÇÃO

Caracterizada por hiperglicemia crônica, o diabetes mellitus (DM) é um grupo de doenças metabólicas que resultam dos defeitos na secreção ou ação da insulina ou de ambos. É uma condição de saúde importante da população e sua prevalência continua crescendo devido ao envelhecimento populacional, desenvolvimento econômico e urbanização. A consequência em longo prazo da hiperglicemia sobre o endotélio é o aumento da rigidez vascular, com consequente aumento do risco de doenças cardiovasculares, alterações oculares e renais (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014). A redução do fluxo sanguíneoperiférico e, consequentemente, desaquecimento cutâneo local são marcadores relevantes da disfunção endotelial que podem ser utilizados como precursores de doenças cardiovasculares (SAÑUDO *et al.*, 2013; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2016).

O não controle dos níveis de glicemia por um período prolongado favorece a instalação e o desenvolvimento de complicações crônicas como as microvasculares que predispõem à diminuição da sensibilidade plantar, deformidades neuromusculares e pontos depressão plantar aumentados (MANTOVANI *et al.*, 2014. SILVA *et al.*, 2017)

A nutrição adequada assim como o exercício físico são fatores importantes na prevenção e controle do diabetes e suas complicações por ajudar na redução da hiperglicemiae melhora a função vascular (BRASIL, 2013). A plataforma vibratória é uma modalidade biofísica de exercício (SILVA, 2012). Atualmente, a vibração de corpo inteiro (VCI) vem sendo apontada como uma nova intervenção benéfica em diabéticos do tipo 2 (DELPOZO- CRUZ *et al.*, 2013; ROBINSON *et al.*, 2016).

As respostas agudas da VCI em jovens e idosos mostraram efeitos que podem ser comparados a outros tipos de exercícios (COCHRANE *et al.*, 2010), A intervenção com VCI mostrou o potencial de influenciar positivamente a circulação periférica humana (MAHBUB *et al.*, 2019), a temperatura muscular (BATISTA *et al.*, 2007) e fluxo sanguíneo (GOMES-NETO *et al.*, 2019). Os efeitos da VCI na percepção dos mecanorreceptores cutâneos plantares apresentam resultados conflitantes, mostrando tanto melhorias (Del Pozo-Cruz,2013) quanto diminuição (POLLOCK, et al., 2011; SCHLEE; RECKMANN, MILANI, 2012).

Os resultados dos estudos com a VCI ainda são controversos e possuem uma grande variedade de protocolos aplicados, não há um consenso sobre os melhores parâmetros com relação a frequência e amplitude utilizada assim como não são encontrados muitos estudos sobre os efeitos agudos nos pacientes com DM2 e suas complicações. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito agudo de uma única sessão de treinamento de

vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

DIABETES MELLITUS

O Diabetes Mellitus (DM) é um importante e crescente problema de saúde mundial. Em 2009, haviam 285 milhões de diabéticos no mundo. Hoje, 9,3% dos adultos de 20 a 79 anos, cerca de 463 milhões de pessoas, vivem com diabetes e 232 milhões de adultos acometidos com a doença não foram diagnosticados. Um em cada cinco idosos, 136 milhões, tem diabetes. Soma-se a esse número alarmante 1,1 milhão de crianças e adolescentes com menos de 20 anos que vivem com diabetes tipo 1. Estima-se que haverá 578 milhões de adultos com diabetes até 2030 e 700 milhões até 2045 (*International Diabetes Federation – IDF, 2019*).

As principais causas de mortalidade precoce na maioria dos países estão relacionadas à diabetes e suas complicações, correspondendo a 10,7% das mortes no mundo. Em 2019 cerca de 4,2 milhões de pessoas morreram devido ao diabetes ou suas complicações, tendo como destaque as doenças cardiovasculares que são as principais causadoras de óbito entre as pessoas com diabetes (*International Diabetes Federation; 2019*).

Diabetes Mellitus é um transtorno metabólico que apresenta causas de etiologias múltiplas, sendo caracterizado pela hiperglicemia e consequente distúrbio metabólico de proteínas, gorduras e carboidratos que levam às complicações e insuficiências de vários órgãos; e frequentemente acompanhado de dislipidemia, hipertensão arterial sistêmica (HAS), disfunção endotelial, obesidade, tabagismo e inatividade física (BRASIL, 2013). Pode ser resultante de defeitos da secreção e/ou ação da insulina, envolvendo causas patológicas específicas como a destruição das células β do pâncreas responsáveis pela produção desse hormônio (DEL POZO-CRUZ *et al.*, 2014).

O aumento do número de casos do diabetes é multifatorial, onde pode-se destacar excesso de peso, crescimento e envelhecimento populacional e, maior sobrevida dos indivíduos com diabetes. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que glicemiacelvada é o terceiro fator, em importância, da causa de mortalidade prematura, superada apenas por pressão arterial aumentada e uso de tabaco. Infelizmente, muitos governos, sistemas de saúde pública e profissionais de saúde ainda não se conscientizaram da atual relevância do diabetes e de suas complicações (*World Health Organization, 2009*).

A classificação proposta pela Associação Americana de Diabetes (2013), baseia-se na etiologia da disfunção metabólica, incluindo quatro tipos definidos de acordo com as

deficiências ou processos específicos, sendo eles: tipo1, tipo2, diabetes gestacional e outros tipos específicos.

O DM tipo 1 (DM1) se caracteriza pela destruição das células β do pâncreas que leva a deficiência absoluta de insulina. Acomete principalmente crianças e adolescentes, correspondendo aproximadamente a 8% dos casos. DM tipo 2 (DM2), tem sua etiologia ainda desconhecida, apresenta uma deficiência relativa de insulina, onde há um estado de resistência aliado a falha na secreção da insulina, correspondendo a 90% dos casos na população e manifesta-se, geralmente aos 45 anos em indivíduos com excesso de peso ou deposição central de gordura, inatividade física e com histórico familiar de DM2. O uso de insulina sintética, nesses casos, tem a finalidade de alcançar o controle glicêmico não visando evitar cetoacidose. A cetoacidose na DM2 é rara, mas quando presente, é acompanhada de infecção ou estresse muito grave (*AMERICAN DIABETES ASSOCIATION*, 2013; *BRASIL*, 2013).

Outros tipos menos frequentes e mais específicos de DM existem por defeitos genéticos da atividade das células β do pâncreas ou da ação da insulina, efeitos adversos de medicamentos, patologias exógenas do pâncreas como a fibrose cística, endocrinopatias e outras síndromes genéticas associadas à DM (*AMERICAN DIABETES ASSOCIATION*, 2013; *BRASIL*, 2013).

Os “quatro P’s” (poliúria, polidipsia, polifagia e perda involuntária de peso) são os sinais e sintomas clássicos que levam a suspeita de DM, sendo mais frequentes no DM1. Outros sintomas menos específicos são: fadiga, fraqueza, letargia, prurido cutâneo e vulvar, balanopostite e visão turva. Na DM2, a suspeita da doença é frequentemente feita por complicações crônicas, como as retinopatias, neuropatias periférica, doenças arterioscleróticas, proteinúria e infecção por repetição, pois sua origem é insidiosa e por muitas vezes os portadores da doença não apresentam sintomas (Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes - DSBD, 2017-2018).

As complicações mais comuns do diabetes são os distúrbios microvasculares e macrovasculares, que desencadeiam retinopatia, nefropatia, neuropatia, doença coronariana, doença cerebrovascular e doença arterial periférica. DM tem sido responsabilizada, entretanto, por contribuir para agravos, direta ou indiretamente, no sistema musculoesquelético, no sistema digestório, na função cognitiva e na saúde mental, além de ser associado a diversos tipos de câncer. Pouca atenção tem sido dispensada às tendências globais das complicações dodabetes e de como as características da morbidade associada à diabetes têm mudado (GREGG, SATTAR, ALI, 2016). Essa condição gera incontáveis efeitos secundários no corpo do portador, incluindo complicações macrovasculares [ex. infarto do miocárdio e

acidente vascular encefálico] e microvasculares [ex. retinopatia e nefropatia] (IRVINE; TAYLOR, 2009; SIVANANDAM et al., 2012).

Outras complicações importantes são as limitações significativas na capacidade física, especialmente na mobilidade e no equilíbrio (DEL POZO-CRUZ *et al.*, 2013). Dessa forma, a diminuição da mobilidade conduz à perda de massa muscular, torna o portador da DM mais dependente e reduz expectativa de vida (FERREIRA *et al.*, 2014), apresentando uma probabilidade de queda durante a marcha 15 vezes maior em comparação com aqueles sem diabetes. Essa probabilidade é ainda maior em indivíduos mais velhos (DEL POZO-CRUZ *et al.*, 2013).

A detecção da hiperglicemia é a base para o acompanhamento e diagnóstico do DM. Quatro tipos de exames podem ser utilizados com essa finalidade. Na presença de sintomas de hiperglicemia, a glicemia casual é usada para diagnóstico rápido, apresentando valor indicativo da doença maior ou igual a 200mg/dL ou 7.0 mmol/L. Na glicemia de jejum, valores alterados entre 110 e 125mg/dL apresentam grande probabilidade de ter diabetes. No teste de tolerância à glicose com sobrecarga de 75g em duas horas (TTG-75g), o paciente, em jejum, ingere uma dose de 75g de glicose e a glicemia é medida antes e após duas horas da ingestão. Valores maiores ou iguais a 200 mg/dL, após a sobrecarga, indica a presença do distúrbio metabólico, já valores entre 140 e 200mg/dL mostram tolerância diminuída à glicose. A hemoglobina glicada (HbA1c) representa os níveis médios de glicemia nos últimos dois a três meses, sendo apontado como o padrão ouro para o acompanhamento do controle metabólico a longo prazo. Esse exame possui a vantagem de não ser necessário o jejum para sua realização. Valores maiores que 6,5% são indicativos para o DM (IDF, 2019)

COMPROMETIMENTOS FUNCIONAIS ASSOCIADOS AO DIABETES

O não controle dos níveis de glicemia por um período prolongado favorece a instalação e o desenvolvimento de complicações crônicas como as microvasculares que predispõem à diminuição da sensibilidade plantar e está diretamente relacionada a polineuropatia diabética distal com a redução da sensibilidade proprioceptiva e exteroceptiva (SILVA *et al.*, 2017). Tais alterações sensitivas podem estar relacionadas a uma maior instabilidade funcional, perda de mobilidade e equilíbrio e a recorrência no número de quedas (D'Silva *et al.*, 2016). A perda progressiva dessa sensibilidade cutânea é uma consequência da perda de mielina do número de neurônios periféricos funcionais causados pelo acúmulo de produtos da glicólise (FERREIRA *et al.*, 2010).

O comprometimento sensório motor periférico decorrente da má condução nervosa nos membros inferiores pode desencadear deformidades neuromusculares e pontos de pressão plantar aumentada (MANTOVANI *et al.*, 2014). Essa pressão é definida como força por unidade de área e, ao ser analisada em uma plataforma de força, mensura-se o resultado líquido de três componentes da reação do solo, os quais estão nas direções médio-lateral, vertical e ântero-posterior (ORLIN; MCPOIL, 2000).

Tanto o comprometimento sensório motor quanto a redução da amplitude de movimento do tornozelo nos indivíduos com DM levam ao aumento de pontos de pressões plantares com cargas irregulares e em locais específicos que podem evoluir com o passar do tempo para complicações mais severas como úlceras e amputações (RAO, 2010; MANTOVANI *et al.*, 2014).

O endotélio vascular é um tecido dinâmico que reveste os vasos sanguíneos e o coração e sua atuação é essencial para a homeostase. Estão entre suas principais funções a manutenção do tônus vascular, homeostase intravascular, participação no processo inflamatório e manutenção da fluidez sanguínea. A redução do fluxo sanguíneo periférico e, consequentemente, desaquecimento cutâneo local são marcadores relevantes da disfunção endotelial que pode ser utilizado como predecessor de doenças cardiovasculares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DIABETES, 2016; SAÑUDO *et al.*, 2013).

Sendo assim, a disfunção endotelial é um fator inicial importante no desenvolvimento de complicações macrovasculares e microvasculares do DM. Em adultos mais velhos com DM2, a vascularização dos membros inferiores está comprometida (BLAIN, et al, 2016). A temperatura basal da pele em pacientes com DM2 é significativamente mais baixa do que em pacientes sem diabetes [BROOKE-WAVELL e MANSFIELD, 2009]; e esse fato pode ser explicado pela dilatação das anastomoses arteriovenosas e redução do suprimento sanguíneo nos capilares devido à neuropatia autonômica (GOSWAMI, 2017)

O estudo de Kistler infere que o fluxo sanguíneo capilar e a pressão arterial são menores na neuropatia autonômica diabética porque as paredes anatômicas são maiores, reduzindo o fluxo e danificando os nervos simpáticos periféricos. Isso promove uma lenta recuperação da temperatura da pele (KISLER *et al.*, 1998). A temperatura basal da pele em pacientes com diabetes tipo 2 é significativamente mais baixa do que em pacientes sem diabetes (FUJIWARA *et al.*, 2000).

Sabe-se que o controle e o tratamento da DM2 estão relacionados a uma nutrição adequada, a prática regular de exercícios físicos e também ao uso de medicamentos quando

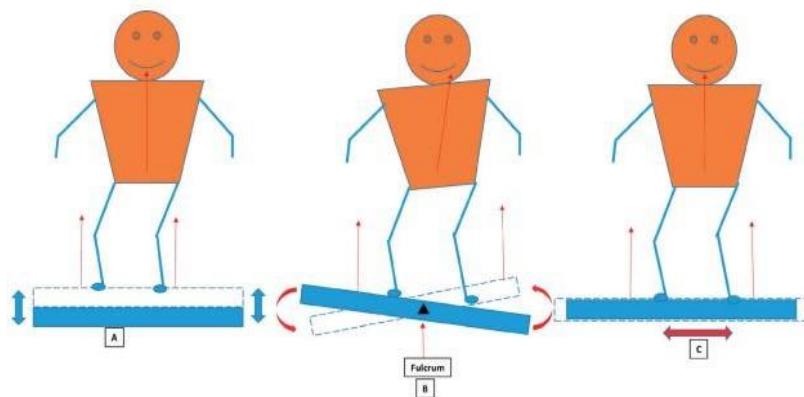
necessário. (BRASIL, 2006). Alguns tipos de exercícios, inclusive a VCI, têm sido propostos pela literatura com o objetivo de melhorar as complicações causadas pelo DM2.

VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO

A utilização da vibração surgiu por volta da década de 1970, na União Soviética, possuindo a finalidade de combater a perda óssea e a depleção muscular causada pela gravidade reduzida ocorrida durante a permanência dos astronautas no espaço. A noção deque a vibração pode ser benéfica é relativamente nova, já que, ainda hoje, estudos têm relacionado à vibração como possível causadora de danos (PESSOA, 2012; SILVA, 2012).

A plataforma vibratória (Figura 1) é uma modalidade biofísica de exercício considerada recente na prática clínica. Nela indivíduo exercita-se sobre uma placa que oscila realizando movimentos de subida e descida a uma frequência programada e uma amplitude específica que depende do modelo da plataforma (SILVA, 2012). Os exercícios podem ser executados de forma estática e/ou dinâmica (SÁ-CAPUTO, TAIAR, BERNARDO-FILHO, 2019). Em resumo, a VCI consiste em uma intervenção realizada sobre uma plataforma que gera oscilações vibratórias. Existem três principais movimentações de base, plataforma vibratória vertical podendo ser síncrona ou triplanar (JONES et al., 2017), plataforma lateral alternada, com deslocamentos vertical e a plataforma horizontal (SÁ-CAPUTO et al., 2019; LEE, 2019).

Figura 1: Tipos de Plataformas Vibratórias



Legenda: A = Plataforma Vertical; B = Alternada; C = Horizontal.

Fonte: Sá-Caputo, Taiar, Bernardo-Filho, 2019.

A vibração ativa os fusos musculares e evoca contrações, estes são induzidos pelo complexo mecanismo neurofisiológico espinal e supraespinal conhecido como reflexo de

vibração tônico (SILVA, 2012). Durante a vibração, ocorre um aumento da atividade dos motoneurônios alfa em resposta à ativação do reflexo tônico de vibração (CARLSOO, 1982). Esta ativação é induzida pelo aumento da atividade das terminações sensoriais Ia, conforme observado em experimentos realizados por CARSO N, RIEK e BAWA, em 1999.

Atualmente, a vibração de corpo inteiro (VCI) vem sendo indicada para pessoas saudáveis e em diabético tipo 2 (SILVA, 2012; DELPOZO-CRUZ *et al.*, 2013; ROBINSON *et al.*, 2016), em indivíduos jovens (RITTWEGER, 2009; MARÍN *et al.*, 2010 e COCHRANE, 2011), e na população idosa (BOGAERTS *et al.*, 2009; CRISTI *et al.*, 2013 e FILIPPIN, *et al.*, 2017).

Estudos relatam que exposição à VCI gera reflexos tónicos de vibração com consequente aumento da demanda metabólica muscular e do consumo de oxigênio através de contração rítmica e também por meio do relaxamento dos esfíncteres pré-capilares promovendo assim a vasodilatação (HERRERO, 2011; MAHBUB, *et al.*, 2019), fluxo sanguíneo pulsátil e tensão de cisalhamento das células do endotélio, promovendo o aumento de óxido nítrico, considerado um potente vasodilatador (JONHSON, 2014) e outros agentes vasodilatadores [ex. prostaglandinas] (LYTHGO, *et al.*, 2009).

A intervenção com VCI mostrou o potencial de influenciar positivamente a circulação periférica humana e melhorar o equilíbrio simpato vagal (MAHBUB *et al.*, 2019; WONG e FIGUEROA, 2019). Estudos observaram melhorias induzidas por VCI no fluxo sanguíneo dos membros inferiores de idosos (Herrero, *et al.*, 2011; Johnson, *et al.*, 2014), Gomes-Neto e colaboradores no ano de 2019, publicou uma revisão sistemática composta por 7 estudos, envolvendo 279 pacientes com diabetes tipo 2, os resultados sugeriram que a VCI estava associada a melhorias nos níveis de dor, fluxo sanguíneo nas pernas, níveis de hemoglobina glicada e níveis de glicose no sangue em jejum, as diferenças médias ponderadas da mobilidade, as diferenças médias padrão de equilíbrio e diferenças médias padrão da capacidade aeróbia.

As respostas agudas da VCI em jovens e idosos mostraram efeitos que podem ser comparados a outros tipos de exercícios (COCHRANE *et al.*, 2010), considerando testes de salto, flexibilidade (GIOMBINI *et al.*, 2013), ativação eletromiográfica (MARÍN *et al.*, 2012); temperatura muscular (BATISTA *et al.*, 2007), aumento da captação de oxigênio (HAZELL *et al.*, 2012), frequência cardíaca e pressão arterial (DIAS *et al.* 2015),

Alguns estudos referem bons resultados em um período curto de aplicação da VCI (VAN NES *et al.*, 2004; TIHANYI *et al.*, 2007). Contudo, outros estudos mostram que a VCI não foi capaz de produzir melhorias agudas (LAMAS *et al.*, 2010; JACKSON *et al.*, 2008). Na

percepção dos mecanorreceptores cutâneos plantares por exemplo, apresentam resultados conflitantes, mostrando tanto sua melhora (DEL POZO-CRUZ, 2013), quanto sua diminuição (POLLOCK, et al., 2011; SCHLEE; RECKMANN, MILANI, 2012) essa diminuição da sensibilidade pode levar a uma maior pressão na planta do pé (FERNANDO, et al, 2013 e ANEMYA et al, 2014). Em nossos estudos pilotos observamos uma redução da temperatura e do fluxo sanguíneo nos pés de idosos diabéticos e em outro estudo piloto observamos que a VCI e Sham não melhoraram a sensibilidade e circulação periféricas de idosos com DM2. A continuidade do estudo com número maior de indivíduos servir para elucidar os resultados anteriormente encontrados.

4 JUSTIFICATIVA

O Diabetes Mellitus é considerado uma doença crônica, prevalente no processo de envelhecimento, de evolução silenciosa, de difícil diagnóstico e uma das principais causas de morbimortalidade no mundo. Novos métodos de tratamento e avaliação vêm sendo desenvolvidos a fim de melhorar o controle glicêmico e acompanhamento da doença, respectivamente; levando a melhora de complicações secundárias como as disfunções endoteliais e incapacidade funcional.

A VCI é uma modalidade de exercícios que apresenta resultados controversos em relação a temperatura cutânea, sensibilidade e pressão plantar. E apesar de apresentar melhorias sobre a velocidade do fluxo sanguíneo, estudos sobre o efeito imediato da vibração de corpo inteiro nesses desfechos ainda são insuficientes e controversos para que se possa estabelecer um protocolo específico para o tratamento do DM2

Nas intervenções com VCI, os parâmetros de vibração úteis ou ideais como frequência, amplitude e aceleração ainda não foram bem estabelecidos e que os estudos com uso da VCI utilizaram diferentes modelos de exercício com agachamento estático, dinâmico, exercícios de membro superior e inferior e diferentes tipos de plataforma e protocolos.

Logo, identificamos a necessidade de conhecer quais os efeitos agudos de uma única sessão de treinamento de vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes do tipo 2 e disponibilizar tais resultados para a comunidade acadêmica contribuindo assim com o direcionamento do uso da VCI em diabéticos.

5 PERGUNTA CONDUTORA

Uma única sessão de vibração de corpo inteiro aumenta temperatura cutânea e circulação, melhora a percepção de sensibilidade periférica e reduz a pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2?

6 HIPÓTESE

H0 – Uma única sessão de vibração de corpo inteiro não produz efeito superior sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2, quando comparado à vibração “sham” e grupo controle;

H1 – Uma única sessão de vibração de corpo inteiro produz efeito superior sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periférica e na diminuição da pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2, quando comparado à vibração “sham” e grupo controle

7 OBJETIVOS

7.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de uma única sessão de vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periféricas e pressão plantar dos membros inferiores (MMII) de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Traçar o perfil sociodemográfico e clínico da amostra estudada;
2. Identificar e descrever as alterações nos sinais vitais, saturação periférica de oxigênio, de glicemia capilar, distribuição da pressão plantar, temperatura cutânea, sensibilidade e circulação periféricas dos MMII inter e intragrupos grupos;
3. Comparar os efeitos da vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação, sensibilidade periféricas e pressão plantar dos MMII de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2.

8 MATERIAIS E MÉTODOS

8.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo do tipo ensaio clínico, controlado, randomizado e duplo cego, que seguiu as diretrizes estabelecidas no *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) (SCHULZ; ALTMAN; MOHER, 2010).

8.2 LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO

Foi realizado no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020.

8.3 CASUÍSTICA

Os pacientes foram recrutados na Clínica Escola do Departamento de Fisioterapia da UFPE, no ambulatório do Hospital das Clínicas (HC), no Núcleo de Atenção ao Idoso (NAI) e na Universidade Aberta à Terceira Idade (UNATI-UFPE). Todos os pacientes passaram por uma triagem, entrevista, para verificação dos critérios de elegibilidade. O cálculo amostral foi realizado através de um estudo piloto com 30 pacientes, sendo 5 em cada grupo, considerando os desfechos estudados, um poder estatístico (β) de 80% e nível de significância (α) de 5% feito por meio do programa G*Power 3.1, e utilizando posteriormente o número de participantes em cada grupo que satisfizesse todos os desfechos.

Foram incluídos no estudo: (I) Diabéticos classificados clinicamente como tipo 2 diagnosticado a mais de 2 anos e com menos de 20 anos de diagnóstico; (II) Pacientes de ambos os sexos na faixa etária entre 45 e 80 anos; (III) Funcionalmente independentes; (IV) Com capacidade cognitiva comprovada após terem respondido e executados os exercícios avaliados pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM), elaborado por Folstein *et al.* (1975) e tradução/modificação proposta por Lourenço e Veras (2006), sendo utilizado como ponte de corte para indivíduos analfabetos = 19 pontos (BRASIL, 2006) (ANEXO A); (V) Pacientes sem deformidades severas do pé que exigissem calçados terapêuticos; (VI) Sem deficiências ortopédicas; (VII) Sem indicações de trombose venosa profunda; (VIII) Não fazerem uso de auxiliares para locomoção; (IX) Apresentarem o IMC entre 18,50 e 34,99kg/m² (WHO, 2009);

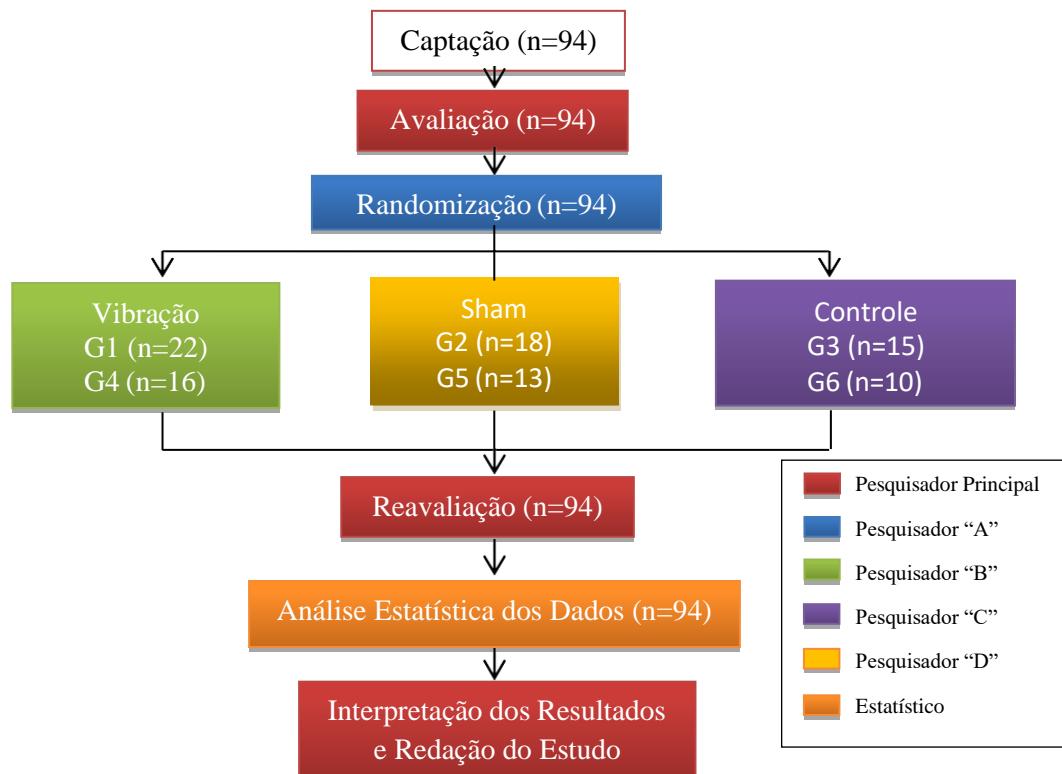
(X) para o grupo controle os participantes deveriam preencher todos os requisitos acima exceto o item I.

Foram excluídos do estudo: (I) Diabéticos tipo I; (II) Diabéticos e não diabéticos que estavam realizando atividade física ou que tinham realizado algum tipo de atividade física a menos de 2 meses do início da pesquisa; (III) Paciente amputados de membros inferiores; (IV) Pessoas com vertigem ou labirintite; (V) Voluntários que apresentaram pressão arterial maior ou igual a 150/100 mmHg ou menor ou igual a 60/40 mmHg. (VI) Presença de doenças Reumáticas diagnosticadas anteriormente; (VII) Dependentes químicos (álcool e drogas por exemplo); (VIII) Glicemia maior que 250mg/dL.

Foram descontinuados do estudo: os pacientes que apresentaram descontrole glicêmico (hipoglicemia por exemplo) ou pressórico (ex: hipotensão), lesão muscular.

A randomização foi realizada por um pesquisador não envolvido em nenhuma etapa da pesquisa, utilizando-se da ferramenta oferecida pelo site www.randomization.com. Desse modo, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos: grupo de vibração de corpo inteiro em diabéticos (G1), grupo de vibração “sham” em diabéticos (G2); grupo controle de diabéticos (G3); grupo de vibração de corpo inteiro em não diabéticos (G4); grupo de vibração “sham” em não diabéticos (G5); grupo controle de não diabéticos (G6). O sigilo de alocação foi garantido por meio de envelopes numerados, lacrados e opacos abertos apenas no momento da intervenção.

Figura 2. Alocação dos pesquisadores e dos 94 voluntários



Fonte: Acervo do pesquisador

8.4 DEFINIÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

A definição e operacionalização das variáveis descritivas, dependentes e independentes utilizadas no estudo estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. A definição e operacionalização das variáveis.

Variáveis Descritivas
Sexo: Gênero masculino ou feminino. Variável do tipo: qualitativa categórica nominal.
Altura: expressa na unidade de metros (m). Variável do tipo: quantitativa contínua intervalar.
Peso: Expresso na unidade de quilogramas (kg). Variável do tipo: quantitativa contínua intervalar.
Índice de Massa Corporal (IMC): Mensurado na unidade de quilogramas por metro quadrado (kg/m^2). Variável do tipo: quantitativa contínua intervalar.
Estado Civil: Categorizado em solteiro (a), casado (a), divorciado (a), viúvo (a) e união consensual. Variável do tipo: qualitativa categórica nominal.
Escolaridade: Categorizada em nível de escolaridade do participante: Analfabeto, nível fundamental incompleto, nível fundamental completo, nível médio incompleto, nível médio completo, curso superior incompleto, curso superior completo e pós-graduação. Variável do tipo: qualitativa categórica ordinal.
Renda Familiar per Capita: Categorizada em salários mínimos: menos que 1 salário mínimo, 1 a 3 salários mínimos, 4 a 6 salários mínimos e mais que 7 salários mínimos. Variável do tipo: qualitativa categórica ordinal.
Lateralidade: Categorizada em destro, sinistro e ambidestro. Variável do tipo: qualitativa categórica nominal.
Tempo de Diagnóstico: Tempo de diagnóstico do participante expressa em anos completos. Variável do tipo: quantitativa contínua intervalar.
Fumante: Categorizada em sim e não (dicotômica).Variável do tipo: qualitativa categórica nominal.
Etilista: Categorizada em sim e não (dicotômica).Variável do tipo: qualitativa

categórica nominal.

Variáveis de Controle

Idade: Idade do participante expressa em anos completos. Variável do tipo: quantitativa contínua intervalar.

Classificação Nutricional: Categorizada em pré-obeso (entre 25,00 e 29,99 kg/m²) e obeso classe 1 (entre 30,00 e 34,99 kg/m²). Variável do tipo: qualitativa categórica ordinal.

Capacidade Cognitiva: Categorizada em anos de estudo: 1 a 3 anos de escolaridade = 23 pontos, 4 a 7 anos de escolaridade = 24 pontos e ≥7 anos de escolaridade = 28 anos. Variável do tipo: qualitativa categórica ordinal.

Atividade Física: Categorizado em inativo (0 a 5 pontos) e pouco ativo (6 a 11 pontos). Variável do tipo: qualitativa categórica ordinal.

Variáveis Dependentes

Sinais Vitais: Pressão arterial (PA) expressa na unidade de milímetros de mercúrio (mmHg). Frequência respiratória (FR) mensurada na unidade de respiração por minuto (rpm). Frequência cardíaca (FC) expressa na unidade de batimentos por minuto (bpm). Saturação periférica de oxigênio (SpO₂) expressa na unidade de porcentagem (%). Variável do tipo: quantitativa continua intervalar.

Glicemia Capilar: Índice glicêmico expresso na unidade de miligramas por decilitro (mg/dL). Variável do tipo: quantitativa continua intervalar.

Dados Antropométricos: Circunferência abdominal e do quadril expressa na unidade de centímetros (cm). Variável do tipo: quantitativa continua intervalar.

Dados do Ultrassom Vascular Doppler: Fluxo sanguíneo expresso na unidade de centímetro por segundo (cm/s). Variável do tipo: quantitativa continua intervalar.

Dados da Termografia: Temperatura cutânea expressa na unidade de graus Celsius (°C). Variável do tipo: quantitativa continua intervalar.

Dados da Baropodometria: Distribuição do pico de pressão plantar expressa na unidade de quilo pascal, pressão máxima e média, área de contato e distribuição percentual média de pressão (kPa) e área de contato expressa na unidade de porcentagem (%). Variável do tipo: quantitativa continua intervalar.

Dados da sensibilidade cutânea: categorizada em um escore de comprometimento neuropático. 3 a 5 sinais leves. 6 a 8 sinais moderados e 9 a 10 sinais neuropáticos graves.

Dados da Oximetria de Pulso periférico: Expressa em percentagem (%). Variável do tipo quantitativa continua intervalar.

Variáveis Independentes

Tipo de Intervenção: Intervenção de vibração de corpo inteiro, treinamento de vibração “sham” e grupo controle (orientações).

8.5 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

As avaliações da velocidade do fluxo sanguíneo, temperatura cutânea, distribuição da pressão plantar e sensibilidade foram realizados por um mesmo avaliador treinado e cego para as terapias aplicadas antes e imediatamente após o final da intervenção conforme figura 2.

Foi solicitado aos voluntários que não utilizassem calçados e vestimentas desconfortáveis para que não interferissem na realização dos testes e dos protocolos de intervenção.

Os dados foram registrados na ficha de avaliação (APÊNDICE A), o paciente respondeu o MEEM, o questionário do nível de atividade física (ANEXO B) e o questionário de conhecimento sobre a diabetes (ANEXO C).

8.5.1 sinais vitais e glicemia capilar

A pressão arterial (PA) foi mensurada por um esfigmomanômetro aneroide para adulto BIC AP-0316 e um estetoscópio standard adulto da BIC, utilizando o braço direito para a aferição. A PA foi classificada de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão e Sociedade Brasileira de Nefrologia (2010) para indivíduos maiores de 18 anos (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação da pressão arterial (> 18 anos).

Classificação	Pressão Sistólica (mmHg)	Pressão Diastólica (mmHg)
Ótima	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
Limítrofe	130 – 139	85 – 89
Hipertensão estágio 1	140 – 159	90 – 99
Hipertensão estágio 2	160 – 179	100 – 109

Hipertensão estágio 3	≥ 180	≥ 110
Hipertensão Isolada	≥ 140	< 90

Fonte: Adaptada da VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2010).

A frequência respiratória (FR) foi observada pela quantidade de ciclos respiratórios por minuto, apresentando valor semiológico significativo quando maiores a 24 incursões respiratórias por minuto. A frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) foram obtidas através de um oxímetro de pulso digital da marca More Fitness, modelo MF-416, com precisão de $\pm 2\%$ para saturação e ± 2 dígitos para a frequência cardíaca. Foi utilizado o valor de normalidade na faixa entre 60 e 100 batimentos por minuto para a FC e $\geq 95\%$ para a SpO_2 (CUNHA; VALLES; MELO, 2011)

A glicemia capilar foi verificada por um monitor de glicemia Accu-Chek Active, modelo GU. Segundo as recomendações especiais para a prática de exercícios da Sociedade Brasileira de Diabetes – SBD (2016) valores da glicemia capilar $< 100mg/dL$ deve-se ingerir de 15 a 35g de carboidrato antes do exercício e valores $> 250mg/dL$ deve-se evitar a realização de exercício.

As medidas foram mensuradas com o participante sentado de forma confortável com os braços apoiados sobre as pernas, antes e ao final de cada intervenção, a fim de se realizar um acompanhamento e controle das condições vitais e do índice glicêmico dos portadores de diabetes.

8.5.2 dados antropométricos

A composição corporal foi avaliada através de uma balança antropométrica eletrônica digital com régua retrátil Micheletti modelo MIC 200PPA. O IMC foi definido com o peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros (kg/m^2) (WHO, 2009).

A medida da circunferência abdominal e do quadril foram mensuradas através de uma fita métrica graduada em centímetros (cm) e, posteriormente foi realizada a razão cintura/quadril (RCQ) para se avaliar o excesso de gordura abdominal. A circunferência abdominal (cm) foi medida pelo ponto médio da distância entre a costela mais baixa e a borda superior da crista ilíaca. Já a circunferência do quadril (cm) foi medida em torno da porção mais larga das nádegas, com a fita paralela ao chão. A RCQ foi calculada pela razão da circunferência abdominal dividido pela circunferência do quadril (ZHENG *et al.*, 2014), no qual valores acima de 0,85 para mulheres e 0,90 para homens são indicativos de complicações metabólicas (WHO, 2011).

As medidas foram mensuradas com o participante em pé de forma confortável antes e ao final da intervenção.

8.5.3 circulação periférica: velocidade do fluxo sanguíneo

A análise da velocidade do fluxo sanguíneo foi realizada através do *Ultrasonic Vascular Doppler* (BV-620VP, Guangdong, China/Mainland) (Figura 3) com onda emissora de forma sinusoidal. Foi usado um transdutor de alta frequência ($8.0\text{MHz} \pm 10\%$) para a pesquisa de vasos mais superficiais. A intensidade média de frequência foi de $< 50\text{cmW/cm}^2$.

Figura 3. *Ultrasonic Vascular Doppler* BV-620VP.



Fonte: Adaptado do Manual da do Ultrasonic Vascular Doppler BV-620VP.

Antes da análise, caso necessário, era realizada a tricotomia ampla do local do exame e, em seguida, a área foi revestida por um gel solúvel em água para promover melhor contato entre o transdutor e a pele. O transdutor foi posicionado a um ângulo de 45° em relação aos vasos sanguíneos, sendo analisado contra o fluxo. Para a artéria tibial posterior e para a artéria dorsal do pé foram registrados usando um transdutor de alta frequência, tomando como respectivos pontos de referência o terço distal da panturrilha e o dorso do pé. A constatação do local mais adequado para análise de cada vaso sanguíneo foi registrada pelos sinaisacústicos gerados pelo equipamento (DE OLIVEIRA GUIRRO *et al.*, 2015).

Foram realizadas três medidas com 30 segundos de intervalo, o qual foi considerado como resultado final a média dos valores obtidos com as 3 coletas (DE OLIVEIRA GUIRRO *et al.*, 2015).

8.5.4: temperatura cutânea

A análise da temperatura cutânea foi realizada através de uma câmera termográfica modelo FLIR E40bx (FLIR Systems, EUA) com sensibilidade térmica de 0,05° C e resolução de 160 x 120 pixels (Figura 4), posicionada a uma distância de 1m da região de interesse (RI) com um ângulo de 90° com a lente da câmera. O valor de emissividade da pele utilizado foi de 0.987 (QUESADA, 2017).

Figura 4. Câmera Termográfica FLIR E40bx.



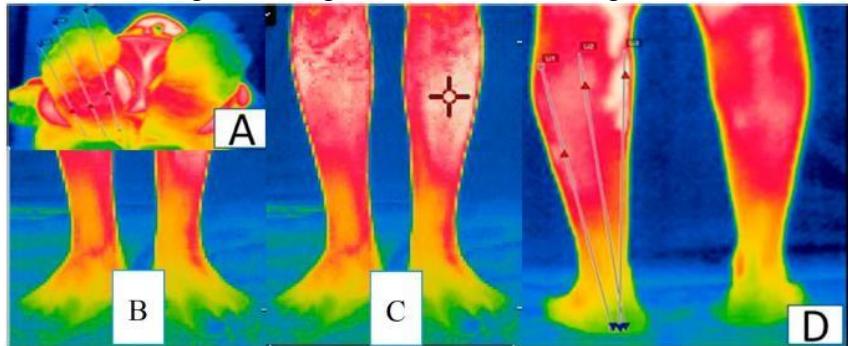
Fonte: Adaptado do Manual da câmera FLIR E40bx

Os participantes foram orientados quanto às medidas preparatórias para realização do exame termográfico de acordo com as recomendações de Quesada (2017). Antes da realização do exame, os voluntários permaneceram em refrigeração e repouso na posição ortostática por 10 min em uma sala com a temperatura entre 18 e 23° C e umidade relativa do ar entre 40 e 70 % monitorados com auxílio de termohigrômetro (KT-908). Foi realizada a medida da temperatura refletida pelo “método refletor” descrito na ISO 18434-1:2008 para calibração da câmera termográfica (QUESADA, 2017).

As análises das imagens foram realizadas de acordo com o protocolo de Glamorgan (2008), para as regiões anterior e posterior das pernas; e região dorsal e plantar dos pés utilizando a média de temperatura de um polígono, seguindo o contorno das áreas estudadas (Figura 5).

Foi realizada 1 coleta pré e pós intervenção, a fim de se obter uma temperatura média das regiões de interesse. Posteriormente, as imagens obtidas foram organizadas, armazenadas e analisadas utilizando o software FLIR Tools, programa fornecido pelo fabricante da câmera.

Figura 5. Regiões de análise termográfica



Fonte: ALVES et al., 2020

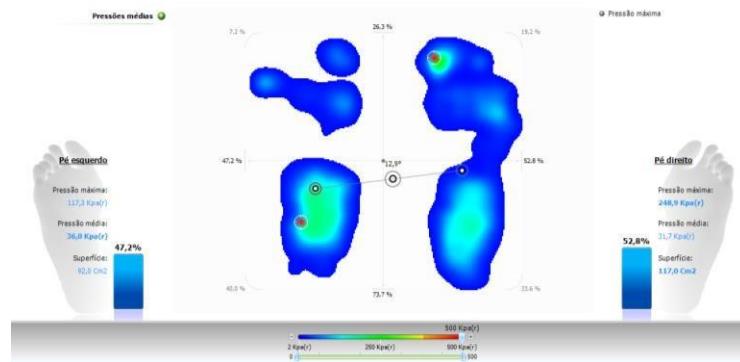
8.5.5 distribuição da pressão plantar

A análise da distribuição da pressão plantar foi realizada por meio da plataforma baropodométrica estática modular MPS (M.P.S. Loran, KINETEC). Onde foi verificada por meio do software BIOMECH STUDIO a pressão máxima e média, área de contato e distribuição percentual média de pressão.

Os desequilíbrios do corpo no espaço podem ser examinados pela distribuição da pressão plantar, permitindo detectar falhas na biomecânica através do pé. Ao se posicionar na plataforma baropodométrica muitas informações são extraídas, pontos de pressão mínima, média e máxima de cada pé (figura 6) distribuição de carga em cada região do pé (retro pé, médio-pé e ante pé); distância do centro de massa, e; centro de gravidade do pé e do corpo (SOUZA, 2015).

Os participantes foram orientados a se posicionarem na esteira com os braços relaxados ao longo do corpo, na postura habitual e o olhar direcionado para o horizonte, sendo realizado um tempo de adaptação postural de 30 segundos. A coleta foi iniciada sem ser informada aos participantes. Foram realizadas três coletas, a fim de se obter a média das análises.

Figura 6. Projeções anteroposteriores e laterais do centro de gravidade; pontos de pressão mínima, média e máxima de cada pé.



Fonte: Acervo do pesquisador

8.5.6 sensibilidade cutânea periférica

A sensibilidade cutânea (exterocepção) foi avaliada por meio do Kit Estesiômetro (Semmes-Weinstein Monofilaments), que consiste em um conjunto de seis monofilamentos de nylon, com diâmetros diferentes, que exercem pressão sobre a pele de acordo com a gramagem do filamento, que varia de 0,05 a 300 g. Permite detectar o risco de lesões e úlcerações nas mãos e pés prevenindo danos físicos irreversíveis e até amputações de membros em caso de neuropatias diabéticas, alcoólicas, hansênicas e tóxicas, além de proporcionar o monitoramento da evolução de comprometimentos neurais. O estímulo foi na superfície plantar da 1^a, 3^a e 5^a falange distal, 1^a, 3^a e 5^a articulação metatarso falangiana, lateral e medial do médio-pé, no calcâncar e a no espaço entre a 1^a e 2^a articulação metatarso falangiana no dorso dos pés do indivíduo (Figura 7). Quanto menor a gramatura do filamento sentido pelo avaliado, melhor é a sua sensibilidade cutânea (TOLEDO & BARELA, 2010; MARCOLINO *et al*, 2012). Um diapasão médico em alumínio com fixador 128 CPS prata – MD (Md Material Hospitalar Ltda – Me, Salvador - BA, Brasil) foi utilizado na avaliação da sensibilidade vibratória e a sensibilidade térmica foi verificada com um tubo de ensaioacrílico transparente 18x150 mm com tampa de rosca com capacidade de 25 ml CRALPLAST (CRAL ARTIGOS PARA LABORATORIO LTDA, Cotia-SP, Brasil). Uma agulha do martelo neurológico Buck MD (Md Material Hospitalar Ltda – Me, Salvador - BA, Brasil) foi usada na avaliação da sensibilidade dolorosa nos mesmos pontos supracitados. O reflexo aquileu também foi observado com ajuda do martelinho acima citado. Essas avaliações farão parte do Escore de comprometimento neuropático que consta na ficha de avaliação.

Figura 7. Pontos de avaliação da sensibilidade com Estesiômetro (Semmes-Weinstein Monofilaments), diapasão e tubo de ensaio gelado.



Fonte: Adaptado da Clínica e cirurgia do pé e tornozelo
(<https://www.clinicaecirurgiadope.com.br/artigos/20>)

8.6 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Foi realizada uma única sessão de tratamento de 24Hz composto por 8 séries de 45 segundos com 30 segundos de intervalo entre as séries para G1 e G4. Os grupos G2 e G5 ficaram sob a plataforma desligada com estímulo sonoro simulando o tratamento. Os grupos G3 e G6 foram avaliados, receberam panfletos e orientações sobre o diabetes e foram reavaliados logo em seguida.

8.6.1 vibração de corpo inteiro

A plataforma vibratória utilizada no estudo foi a Kikos P204 – 110v (São Paulo, Brasil) (Figura 8) cuja direção da vibração é do tipo lateral oscilatória. A prancha de vibração apresenta em sua superfície material antiderrapante para melhor fixação dos pés no momento do treinamento.

Figura 8. Plataforma vibratória Kikos P204



Fonte: Adaptado do Manual da plataforma vibratória Kikos P204.

A frequência de vibração estabelecida foi de 24Hz, conforme estabelecido em nosso estudo piloto (ALVES, 2020). O pico de deslocamento de 4mm foi mantido durante todo o programa, sendo determinado pela distância da posição dos pés dos participantes na plataforma, que foi controlada por uma marcação fixa na plataforma de vibração. O tempo da intervenção foi de 45s. O tempo de recuperação foi mantido de 30s após cada uma das 8 intervenções. A Figura 8 mostra o posicionamento dos pés dos pacientes sobre a plataforma durante a intervenção VCI e Sham. A sessão da vibração de corpo inteiro na plataforma vibratória está descrita na Tabela 2.

Figura 9. Paciente sobre a plataforma



Fonte: Acervo do pesquisador

Tabela 2. Protocolo de treinamento em plataforma vibratória

Semanas	Sessões por Semana	Tempo de Exercício (s)/Séries	Frequência (Hz)/Amplitude (mm)	Tempo de Recuperação (s)	Tempo Total de Aplicação (s)
1	1	45/8	24/4	30	600

s = segundos; Hz = Hertz; mm = milímetro.

Estudos anteriores mostraram melhorias significativas no equilíbrio (DEL POZO-CRUZ *et al.*, 2013) e no aumento da velocidade do fluxo sanguíneo (SAÑUDO *et al.*, 2013; JOHNSON *et al.*, 2014) com frequência entre 12,6Hz e 26Hz em diabéticos. Por meio de um estudo piloto e com base nas pesquisas anteriores desenvolvidas no LACIRTEM, foi estabelecida uma frequência de 24Hz para o presente estudo.

Os participantes, descalços, adotaram uma posição de agachamento de 100° (considerando 180° como extensão total do joelho), com os calcâneos apoiados sobre uma almofada de silicone, de modo que somente o ante pé e o médio-pé estivessem em contato direto com a plataforma, com a finalidade de diminuir a transmissão das vibrações à cabeça (DEL POZO-CRUZ *et al.*, 2013).

A vibração “sham” foi realizada com a plataforma desconectada. Foi conectado um dispositivo sonoro produzindo um ruído similar ao da plataforma ligada durante um tempo equivalente ao do protocolo de tratamento, pois não foi possível distinguir visivelmente o estímulo vibratório. Os participantes que foram submetidos à vibração falsa não tiveram contato com aqueles que realizaram o protocolo de forma efetiva (PESSOA *et al.*, 2017).

8.7 ANÁLISES DE DADOS

Todos os dados foram analisados por um estatístico direcionado unicamente a esse propósito. A análise estatística foi realizada no software estatístico SPSS versão 23.0 (IMB Software Group, Chicago, IL, EUA). Para avaliar a distribuição normal dos dados o teste de Shapiro Wilk foi utilizado. Para as variáveis contínuas foi usado o teste de Kruskal-Wallis H e o teste χ^2 para associar as variáveis categóricas, a fim de verificar a homogeneidade da linha de base entre os grupos. Para variáveis contínuas não normais, os dados foram comparados intragrupo por Wilcoxon e entre os grupos por Kruskal-Wallis H. Todos os testes receberam um nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

8.8 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do CCS / UFPE (nº.3.219.332) e registrado no site www.clinicaltrials.gov (NCT04207853), respeitando os aspectos éticos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e da Declaração de Helsinque.

Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a sua participação, uma via ficou no LACIRTEM e outro foi entregue ao participante que ingressou no estudo. O paciente, através TCLE (APÊNDICE B) ficou ciente dos riscos e benefícios de sua participação e que a qualquer momento durante a

realização da pesquisa, poderia retirar-se da mesma, sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou a instituição que apoia esta pesquisa.

O orçamento financeiro desta pesquisa foi de inteira responsabilidade do pesquisador principal e todas as informações desta pesquisa foram confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser que entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa estão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal sob a responsabilidade da pesquisadora e orientadora Maria das Graças Rodrigues de Araújo no endereço Av. Jorn. Aníbal Fernandes, 173 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740, pelo período de mínimo 5 anos.

9 RESULTADOS

Os resultados são apresentados em 3 artigos. APÊNDICE D: *IMMEDIATE EFFECT OF WHOLE-BODY VIBRATION ON SKIN TEMPERATURE AND LOWER-LIMB BLOOD FLOW IN OLDER ADULTS WITH TYPE 2 DIABETES: PILOT STUDY*, publicado em janeiro de 2020 na Applied Sciences-Basel , v. 10, p. 690, 2020 onde se obteve como resultado uma redução da temperatura e do fluxo sanguíneo nos pés de pacientes diabéticos. (Estudo piloto) APÊNDICE E: EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A SENSIBILIDADE E CIRCULAÇÃO PERIFÉRICA DE IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO PILOTO, capítulo de livro publicado em março de 2021 no publicado no *Fisioterapia princípios fundamentais*, editora Conhecimento Livre, Piracanjuba-GO, 2020. Trata-se de um estudo piloto com idosos onde não foi observada diferença significativa entre VCI e Sham na sensibilidade e circulação periférica e o APÊNDICE C: EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A TEMPERATURA CUTÂNEA, FLUXO SANGUÍNEO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO será submetido também a Applied Sciences e obteve como resultado que uma única sessão de VCI não produz efeitos agudos significativos estatisticamente na temperatura e no fluxo sanguíneo, mas influencia significativamente na sensibilidade tátil, dolorosa, vibratória e térmica e impacta na distribuição da pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo2.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo revelaram que uma única sessão de vibração de corpo inteiro não é capaz de aumentar a temperatura cutânea e fluxo sanguíneo, mas influencia na redução da percepção da sensibilidade periféricas (tátil térmica, vibratória e dolorosa) e na diminuição da distribuição da pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2. Embora não tenha sido objetivo do nosso estudo, os pacientes não referiram nenhum efeito adverso que impossibilitasse a execução do nosso protocolo, podendo ser considerado seguro e tolerável para pacientes com e sem DM2 de 45 a 80 anos.

Sugerimos em estudos futuros um follow-up maior para verificar a consistência dos achados nesse estudo bem como a duração dos efeitos agudos da VCI. Embora não tenha sido observada significância estatística com uma única sessão de VCI a melhora no fluxo sanguíneo deve ser ressaltada e levando em consideração que pode haver efeitos acumulativos com protocolos de tratamentos maiores esses achados devem ser considerados para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ALVES, K .et al. Efeito imediato da vibração de corpo inteiro na temperatura da pele e no fluxo sanguíneo dos membros inferiores em idosos com diabetes tipo 2: estudo piloto. **Appl. Sci.** 2020 , 10 , 690.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnóstico e classificação de diabetes mellitus. **Diabetes Care.** 2014; 37 Suplemento 1: S81-S90.

AMMER, K. The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. **Thermology international**, v. 18, n. 4, p. 125-144, 2008.

BAECKE, J.A.H.; BUREMA, J.; FRIJTERS, J.E. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **The American journal of clinical nutrition**, v. 36, n. 5, p. 936-942, 1982.

BATISTA, M.; WALLERSTEIN, L.; DIAS, R. efeitos do treinamento com Plataformas vibratórias. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 2007. v. 15, n. 3, p. 103–113. Disponível em: <<http://www.insp.mx/geriatria/acervo/pdf/11558.02>> Batista M.A Wallerstein L. Dias R.M..pdf

BLAIN, H.; MASUD, T.; DARGENT-MOLINA, P.; MARTIN, F.C.; ROSENDAL, E.; VAN DER VELDE, N.; BOUSQUET, J.; BENETOS, A.; COOPER, C.; KANIS, JA; et al. Uma estratégia abrangente de prevenção de fraturas em adultos mais velhos: Declaração da European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS). **J. Nutr. Health Aging** 2016, 20, 647–652.

BOGAERTS, A.C.G. et al. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). **Age and Ageing**, 2009. v. 38, n. 4, p. 448–454.

BOHANNON, R.W. Reference values for the timed up and go test: a descriptive metaanalysis. **J GeriatrPhysTher**, v. 29, p. 64-68, 2006.

BRASIL Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa** (Cadernos de Atenção Básica, n. 19) Brasília: Ministério da Saúde, 2006

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus** (Cadernos de Atenção Básica, n. 36). Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BROOKE-WAVELL, K.; MANSFIELD, N.J. Riscos e benefícios do treinamento de vibração de corpo inteiro em pessoas idosas. **Age Aging** 2009, 38, 254–255

BRUCKI, S.M.D., et al. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, 2003.

CARLSOO S. The effect of vibration on the skeleton, joints and muscle. A review of the literature. **Appl Ergon**, Maryland Heights 1982;13(4):251-258

CARSON R.G.; RIEK S.; BAWA P. Electromyographic activity, H-reflex modulation and corticospinal input to forearm motoneurones during active and passive rhythmic movements. **Hum Mov Sci** 1999;18:307-343.

CARVALHO, R.L. e ALMEIDA, G.L. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. **Rev. Neurocienc**, v. 17, n. 2, p. 156-160, 2009.

Clínica e Cirurgia do Pé - Silvio Maffi - Copyright © Todos os direitos reservados. Acessado em 17/02/2021. Disponível em <https://www.clinicaecirurgiadope.com.br/artigos/20>

COCHRANE, D. Vibration Exercise : The Potential Benefits. **Int J Sports Med**, 2011. v. 32, p. 75–99.

COCHRANE, D.J. et al. A Comparison of the Physiologic Effects of Acute Whole-Body Vibration Exercise in Young and Older People. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2008. v. 89, n. 5, p. 815–821.

COCHRANE, D.J. et al. Comparing muscle temperature during static and dynamic squatting with and without whole-body vibration. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, 2010. v. 30, n. 4, p. 223–229.

CRISTI, C. et al. Whole-body vibration training increases physical fitness measures without alteration of inflammatory markers in older adults. **European journal of sport science**, 2013. v. 0, n. 0, p. 1–9. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24237186>>.

CUNHA, U.G.V.; VALLE, E.A.; MELO, R.A. O exame físico do idoso. In: Freitas EV, Py L, Cançado Fax, Doll J, Gorzoni ML. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3^a ed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan; 2011.p. 985-1000.

CURTIS, J.L. Queens Beat One-Eyed Jacks, but Nobody's Played the Ace Yet: Adipokines as Chronic Obstructive Pulmonary Disease Biomarkers. **Annals of the American Thoracic Society**, 2015. v. 12, n. 7, p. 971–973.

DAVIS, R.B. et al. A gait analysis data collection and reduction technique. **Human movement science**, v. 10, n. 5, p. 575-587, 1991.

DE OLIVEIRA GUIRRO, E.C. et al. Immediate effects of electrical stimulation, diathermy, and physical exercise on lower limb arterial blood flow in diabetic women with peripheral arterial disease: a randomized crossover trial. **Journal of manipulative and physiological therapeutics**, v. 38, n. 3, p. 195-202, 2015.

DEL POZO-CRUZ, J. et al. A primary care-based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 94, n. 11, p. 2112-2118, 2013.

DEL POZO-CRUZ, B. et al. Effects of a 12-wk whole-body vibration based intervention to improve type 2 diabetes. **Maturitas**, 77:(1): 52-58, 2014.

DIAS, T.; POLITO, M. Acute Cardiovascular Response during Resistance Exercise with Whole-body Vibration in Sedentary Subjects: A Randomized Cross-over Trial. **Research in sports medicine (Print)**, 2015. v. 23, n. 3, p. 253–64. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26031551>>

FERREIRA, M.C. et al. Redução da mobilidade funcional e da capacidade cognitiva no diabetes melito tipo 2. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 58, n. 9, p. 946-952, 2014.

FERREIRA, M.C.; VIEIRA, S.A.T.; CARVALHO, V.F.D. Estudo comparativo da sensibilidade nos pés de diabéticos com e sem úlceras utilizando o PSSD&trade. **Acta Ortopédica Brasileira**, 18 71-74, 2010.

FILIPPIN, L. I. ;MIRAGLIA, F.;TEIXEIRA, V.N. O.;BONIATTI, M. M . Timed Up and Go test as a sarcopenia screening tool in home-dwelling elderly persons. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, 20 (4): 561-565, 2017.

FOLSTEIN, MF.; FOLSTEIN, SE.; MCHUGH, PR. “Mini-mental state”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of psychiatric research**, v. 12, n. 3, p. 189-198, 1975.

FUJIWARA, Y .; INUKAI, T .; ASO, Y .; TAKEMURA, Y. Medição termográfica do tempo de recuperação da temperatura da pele das extremidades em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. **Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes**. 2000 , 108 , 463–469.

GIOMBINI, A. et al. Acute effect of whole-body vibration at optimal frequency on muscle power output of the lower limbs in older women. **American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists**, 2013. v. 92, n. 9, p. 797–804. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23552332>>

GREGG, E.W; SATTAR, N.; ALI, M.K. The changing face of diabetes complications. **Lancet Diabetes Endocrinol**. 2016;4(6):537-47.

GOMES-NETO, MANSUETO; SÁ-CAPUTO, DANÚBIA; PINEIRAS-DOMINGOS, LAISA; BRANDÃO, ANDREA; NEVES, MARIO F.; MARIN, PEDRO J.; SAUDO, BORJA; Bernardo-Filho, Mario. Effects of Whole-Body Vibration in Older Adult Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Canadian Journalof Diabetes**, v. 43, p. S1499-2671(18)3, 2019

GOSWAMI, N. Quedas e prevenção de quedas em pessoas idosas: Geriatrics Meets Spaceflight! Frente. **Physiol**. 2017 , 8 , 603.

HAZELL, T.J.; LEMON, P.W.R. Synchronous whole-body vibration increases VO 2 during and following acute exercise. **European Journal of Applied Physiology**, 2012. v. 112, n. 2, p. 413–420.

International Diabetes Federation. IDF Atlas. 9. ed. Bruxelas: **International Diabetes Federation**; 2019.

HERRERO, A.J; MENÉNDEZ, H.; GIL, L.; MARTÍN, J.; MARTIN, T.; GARCÍA-LÓPEZ, D.; GIL-AGUDO, A.; MARÍN, P.J Efeitos da vibração de corpo inteiro no fluxo sanguíneo e na atividade neuromuscular na lesão da medula espinhal. **Spinal Cord** 2011 , 49 , 554–559.

IRVINE, C.; TAYLOR, N.F. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 55, n. 4, p. 237-246, 2009.

ISO, 2008. 18434-1:2008: Condition monitoring and diagnostics of machines -- Thermography -- Part 1: General procedures.

JACKSON, K.J.; MERRIMAN, H.L.; VANDERBURGH, P.M.; BRAHLER, C.J. Acute Effects of Whole-Body Vibration on Lower Extremity Muscle Performance in Persons with Multiple Sclerosis. **JNPT** 2008;32:171–176

JOHNSON, P.K; FELAND, J.B; JOHNSON, A.W; MACK, G.W; MITCHELL, U.H. Efeito da vibração de todo o corpo no fluxo sanguíneo da pele e na produção de óxido nítrico. **J. Diabetes Sci. Technol.** 2014 , 8 , 889-894.

JONES, M.T.; MARTIN, J.R.; JAGIM, A.R.; OLIVER, J.M. Effect of Direct Whole-Body Vibration on Upper-Body Muscular Power in Recreational, Resistance-Trained Men. **J Strength Cond Res.** 2017, 31(5):1371-1377

KADABA, M.P.; RAMAKRISHNAN, H.K.; WOOTTEN, M.E. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. **Journal of orthopaedic research**, v. 8, n. 3, p. 383-392, 1990.

KISTLER, A.; MARIAUZOULS, C.; VON-BERLEPSCH, K. Fingertip temperature as a indicator for sympathetic responses. **Int. J. Psychophysiol.** 1998 , 29 , 35–41.

LAMAS, L.; TRICOLI, V.; BATISTA, M.; UGRINOWITSCH, C. Efeito agudo da vibração sobre o desempenho do agachamento em alta velocidade e salto vertical. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2010;12(6):401-407.

LAROSE, J. Effect of Exercise Training on Physical Fitness in Type II Diabetes Mellitus. Copyright 2010 by the **American College of Sports Medicine**.

LEE, K.; LEE, S.; SONG, C. Whole-body vibration training improves balance, muscle strength and glycosylated hemoglobin in elderly patients with diabetic neuropathy. **The Tohoku journal of experimental medicine**. 2013. 231(4): 305-314.

LEE, K. Virtual Reality Gait Training to Promote Balance and Gait Among Older People: A Randomized Clinical Trial. **Geriatrics (Basel)**. Dec 22;6(1):E1.2020.

LYTHGO, N.; ESER, P.; DE GROOT, P.; GALEA, M. Dosagem de vibração de corpo inteiro altera o fluxo sanguíneo das pernas. **Clin. Physiol. Funct. Imaging** 2009 , 29 , 53–59.

LOURENÇO, R.A.; VERAS, R.P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Rev Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 712-9, 2006.

MANTELO, C.; HELLEN P. et al. Comportamentos e comorbidades associados às complicações microvasculares do diabetes. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 28, n. 2, 2015.

MANTOVANI, A.M. et al. Análise da pressão e área de superfície plantar em diabéticos neuropatas, que utilizam palmita. **Arq. Ciênc. Saúde**, 21, 4, 43-47, 2014.

MARÍN, P.J. et al. Whole-body vibration increases upper and lower body muscle activity in older adults: Potential use of vibration accessories. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 2012. v. 22, n. 3, p. 456–462.

MARÍN, P.J.; RHEA, M.R. Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, 2010. v. 24, n. 2, p. 548–56. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20072044>>.

MAHBUB, M.H.; HIROSHIGE, K.; YAMAGUCHI, N.; HASE, R.; HARADA, N.; TANABE, T. A systematic review of studies investigating the effects of controlled whole- body vibration intervention on peripheral circulation. **Clin. Physiol. Funct. Imaging** 2019, 39, 363–377.

MERCURI, N.; ARRECHEA, V. Atividade física e diabetes mellitus. **Diabetes Clínica**, v. 5, n. 2, p. 347-349, 2001.

PESSOA, M.F. **Efeitos cardiopulmonares do treinamento em plataforma vibratória: ensaio clínico controlado e randomizado**. Dissertação do Mestrado em Fisioterapia – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.

PESSOA, M.F. et al. Vibrating Platform Training Improves Respiratory Muscle Strength, Quality of Life, and Inspiratory Capacity in the Elderly Adults: A Randomized Controlled Trial. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 72, n. 5, p. 683-688, 2017.

POLLOCK, R.D.; PROVAN, S.; MARTIN, F.C.; NEWHAM, D.J. Os efeitos da vibração de todo o corpo no equilíbrio, no sentido da posição das articulações e na sensação cutânea. **EUR. J. Appl. Physiol. 2011 , 111 , 3069–3077.QUESADA, J.I.P. Application of Infrared Thermography in Sports Science**. Springer, 2017.

RAO, S et al. Relationships between segmental foot mobility and plantar loading in individuals with and without diabetes an neuropathy. **Gait&Posture**, 2010.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: How it may work, and what its potential might be. **European Journal of Applied Physiology**, 2009. v. 108, n. 5, p. 877–904.

ROBINSON, C.C. et al. The effects of whole body vibration in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 20, n. 1, p. 4-14, 2016.

SÁ-CAPUTO, D.C.; TAIAR, R., BERNARDO-FILHO, M. Whole- Body Vibration Exercise as na Intervention to Improve Musculoskeletal Performance. Chapter 3. We are Intech Open, the world's leading publisher of Open Access books Built by scientists, for scientists. **Physical TherapyEffectiveness**. 2019.p. 47-64. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89372>

SAÑUDO, B. et al. Whole body vibration training improves leg blood flow and adiposity in patients with type 2 diabetes mellitus. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 9, p. 2245-2252, 2013.

SARDINHA, A. et al. Tradução e adaptação transcultural do Questionário de Atividade Física Habitual. **Rev Psiquiatr Clín**, v. 37, n. 1, p. 16-22, 2010.

SCHLEE, G.; RECKMANN, D.; MILANI, T.L. O treinamento de vibração de corpo inteiro reduz a sensibilidade plantar do pé, mas melhora o controle do equilíbrio de indivíduos saudáveis. **Neurosci. Lett.** 2012 , 506 , 70–73.

SCHULZ, K.F.; ALTMAN, D.G.; MOHER, D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **BMC medicine**, v. 8, n. 1, p. 18, 2010.

SIVANANDAM, S. et al. Medical thermography: a diagnostic approach for type 2 diabetes based on non-contact infrared thermal imaging. **Endocrine**, v. 42, n. 2, p. 343-351, 2012.

SILVA, P.Z. **Impacto da plataforma vibratória no equilíbrio de idosas saudáveis.** Dissertação do Mestrado em Gerontologia Biomédica – Instituto de Geriatria e Gerontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

Sociedade Brasileira de Cardiologia / Sociedade Brasileira de Hipertensão / Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arq Bras Cardiol** 2010; 95(1 supl.1): 1-51.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015–2016). **Sao Paulo: AC Farmacêutica**, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017–2018). **Sao Paulo: AC Farmacêutica**, 2015.

SOUZA, C.C. de. **Eficácia de uma intervenção fisioterapeutica na qualidade de vida, propriocepção, sensibilidade e mobilidade de idosos diabéticos institucionalizados.** 2015. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

TIHANYI, T.K.; HORVÁTH, M.; FAZEKAS, G.; HORTOBÁGYI, T.; TIHANYI, J. One session of whole body vibration increase voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. **Clinical Rehabilitation** 2007; 21:782-793.

VAN NES, I.J.W.; GEURTS, A.C.H.; HENDRICKS, H.T.; DUYSENS, J. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: Preliminary evidence. **J Phys Med J Am Rehabil.** 2004;83(11):867-73.

WONG, A.; FIGUEROA, A. Efeitos da vibração de corpo inteiro na variabilidade da freqüência cardíaca: respostas agudas e adaptações de treinamento. **Clin. Physiol. Funct. Imaging** 2019 , 39 , 115-121.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. [Homepage na Internet]. **BMI classification**. [citado 2009 mar 30]. Disponível em URL: http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Waist circumference and waist-hip ratio: Report of a **WHO expert consultation**, Geneva, 8-11 December 2008. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. editor. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: **World Health Organization; 2009**.

YOOSIFINEJAD, A.K. *et al.* The effectiveness of a single session of Whole-Body Vibration in improving the balance and the strength in type 2 diabetic patients with mild to moderate degree of peripheral neuropathy: a pilot study. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 18, n. 1, p. 82-86, 2014.

YOOSIFINEJAD, A.K. *et al.* Short-term effects of the whole-body vibration on the balance and muscle strength of type 2 diabetic patients with peripheral neuropathy: a quasi-randomized-controlled trial study. **Journal of Diabetes & Metabolic Disorders**, v. 14, n. 1, p. 45, 2015.

ZHENG, Y. *et al.* Waist-to-hip ratio, dyslipidemia, glycemic levels, blood pressure and depressive symptoms among diabetic and non-diabetic Chinese women: a cross-sectional study. **PloS one**, v. 9, n. 10, p. e109765, 2014.

APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO

FICHA DE AVALIAÇÃO PROJETO DIABETES / LACIRTEM-UFPE

Nome: _____ N° _____			
Data Nascimento: _____ / _____ / _____		Idade: _____ Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino	
Diabetes: <input type="checkbox"/> Tipo 1 <input type="checkbox"/> Tipo 2		Telefones: _____	
Tempo de diagnóstico: _____		Histórico familiar: <input type="checkbox"/> N: <input type="checkbox"/> S. Qual?	
Estado Civil: <input type="checkbox"/> Solteiro(a); <input type="checkbox"/> Casado(a); <input type="checkbox"/> Divorciado(a); <input type="checkbox"/> Viúvo(a);			
Escolaridade: <input type="checkbox"/> Analfabeto(a); <input type="checkbox"/> Fundamental incompleto; <input type="checkbox"/> Fundamental completo; <input type="checkbox"/> Nível médio incompleto; <input type="checkbox"/> Nível médio completo; <input type="checkbox"/> Superior incompleto; <input type="checkbox"/> Superior completo; <input type="checkbox"/> Pós-graduado			
Renda familiar per capita: <input type="checkbox"/> Menos que 1 salário mínimo; <input type="checkbox"/> 1 a 3 salários mínimos; <input type="checkbox"/> 4 a 6 salários mínimos; <input type="checkbox"/> mais que 7 salários mínimos			
Lateraldade: <input type="checkbox"/> Destro; <input type="checkbox"/> Sinistro; <input type="checkbox"/> Ambidestro		Bebe: <input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não;	
<input type="checkbox"/> Fuma: <input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não;	Maços/dia:	<input type="checkbox"/> Ex-tabagista	Tempo que parou:
Usa alguma medicação: <input type="checkbox"/> Não; <input type="checkbox"/> Sim. Qual?			
Histórico de quedas: <input type="checkbox"/> Não; <input type="checkbox"/> Sim. Quantas?		HAS: <input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não;	
Outras Enfermidades:			
Dados antropométricos			
Peso:kg	Altura:m	IMC:	
<input type="checkbox"/> Peso normal (18,5 a 24,99); <input type="checkbox"/> Sobre peso (25 a 29,99); <input type="checkbox"/> Obesidade I (30 a 34,99)			
Circunferência Abdominal:		Circunferência Quadril:	
Indice Cintura/Quadril:			
Horário da avaliação 1:		Horário da avaliação 2:	
Identificação da dor neuropática – DNP / características dos sintomas			
Você sente com maior frequência:			
<input type="checkbox"/> Queimação, dormência ou formigamento (2 pontos); ou			
<input type="checkbox"/> Fadiga, cãimbras ou dor (facada, pontada, lancinante) (1 ponto);			
<input type="checkbox"/> Assintomático (0 ponto).			
O local do sintoma é:			
<input type="checkbox"/> Nos pés (2 pontos) e/ou nas pernas (1 ponto); <input type="checkbox"/> outro local (0 ponto).			
O sintoma:			
<input type="checkbox"/> Surge ou piora à noite (2 pontos); <input type="checkbox"/> Surge durante o dia e a noite (1 ponto); <input type="checkbox"/> Só durante o dia (0 ponto).			
Já acordou pelo sintoma à noite: <input type="checkbox"/> Sim (1 ponto); <input type="checkbox"/> Não (0 ponto).			
O que alivia o sintoma:			
<input type="checkbox"/> Ao caminhar (2 pontos); <input type="checkbox"/> Ao levantar-se (1 ponto); <input type="checkbox"/> repousar, sentar ou deitar (0 ponto); <input type="checkbox"/> Outra condição/situação			
<input type="checkbox"/> Obs: 3 ou mais itens em negrito positivos já indicam dor moderada.		Escore de sintomas neuropáticos	
Avaliação da intensidade do sintoma neuropático – através da EVA			
Sem dor: 0		100 pior dor possível	
Mensuração: mm <input type="checkbox"/> Leve (<40mm); <input type="checkbox"/> Moderada (40 a 69mm); <input type="checkbox"/> grave (>70mm)			
Inspeção dos pés			
Vasos dilatados		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Pele seca, rachaduras, fissuras		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Micose ungueal		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Calosidades		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Calçados adequados		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Deformidades			
<input type="checkbox"/> Pé neuropático (cavus)		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
<input type="checkbox"/> Valgismo		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Arcos decaídos		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	
Dedos em garra		<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	

Limitação de mobilidade articular (sinal de prece): [] S / [] N Obs: incapacidade de manter as palmas das mãos unidas sem espaço remanescente entre elas.		
Perda da Sensibilidade Protetora - PSP		
Monofilamento (qualquer área insensível)	<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Dir / <input type="checkbox"/> Esq
Sensibilidade vibratória diminuída ou ausente	<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Dir / <input type="checkbox"/> Esq
Sensibilidade dolorosa diminuída ou ausente	<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Dir / <input type="checkbox"/> Esq
Sensibilidade ao frio diminuída ou ausente	<input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Dir / <input type="checkbox"/> Esq
PSP: MONOFILAMENTO ALTERADO + 01 OU MAIS TESTE ANORMAL = <input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> N		
Horário da última refeição: _____	Teste de Sensibilidade com monofilamento de Semmes-Weinstein 5,07 Marque a área de sensibilidade na figura abaixo com: ☒ sim ☐ não 	Horário da última refeição: _____
Doença Arterial Periférica - DAP		
Palpação de pulsos	Direito	Esquerdo
Pulso arterial pedioso:	<input type="checkbox"/> Presente / <input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Presente / <input type="checkbox"/> Ausente
Pulso arterial tibial posterior:	<input type="checkbox"/> Presente / <input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Presente / <input type="checkbox"/> Ausente
Escore de Sinais Neuropáticos		
Reflexo Aquileus	<input type="checkbox"/> Ausente (2 pontos); <input type="checkbox"/> Presente com reforço (1 ponto cada pé); <input type="checkbox"/> Presente (0 pontos).	
Vibração	<input type="checkbox"/> diminuída ou ausente (1 ponto cada pé) <input type="checkbox"/> Presente (0 pontos).	
Dor	<input type="checkbox"/> diminuída ou ausente (1 ponto cada pé) <input type="checkbox"/> Presente (0 pontos).	
Temperatura	<input type="checkbox"/> diminuída ou ausente (1 ponto cada pé) <input type="checkbox"/> Presente (0 pontos).	
Total de pontos		
APARELHO	PRE ()	POS ()
TERMOGRAFIA	FIG. FIG.	FIG. FIG.
BAROPODOMETRIA		
SATURAÇÃO		
DOPPLER		
SENS. SUPERFICIAL		
SENS. TERMICA		
SENS. DOLOROSA		
Pressão Arterial		
Glicemia Capilar		
APARELHO	PRE ()	POS ()
TERMOGRAFIA	FIG. FIG.	FIG. FIG.
BAROPODOMETRIA		
SATURAÇÃO		
DOPPLER		
SENS. SUPERFICIAL		
SENS. TERMICA		
SENS. DOLOROSA		
Pressão Arterial		
Glicemia Capilar		

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS – Resolução 466/12)**

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa “**EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A TEMPERATURA CUTÂNEA, CIRCULAÇÃO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO**”, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Maria das Graças Rodrigues de Araújo, Av. Jorn. Aníbal Fernandes, 173 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-560. Telefone: (81) 999729856. E-mail: mgrodriguesaraujo@hotmail.com. Sob a orientação de Maria das Graças Rodrigues de Araújo. Telefone: (81) 999729856. E-mail: mgrodriguesaraujo@hotmail.com; Sob a orientação de Ana Paula de Lima Ferreira. Telefone: (81) 982017776. E-mail: apllima@yahoo.com.br; e sob a colaboração do pesquisador: Kennedy Freitas Pereira Alves. Telefone: (81) 9 88895197. E-mail: kennedyfpa@hotmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhes sejam comprehensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe foi entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde não haverá penalização, bem como foi possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

— O objetivo desse estudo é avaliar o efeito de uma única sessão de treinamento de vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, circulação e sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2., reprimindo assim as complicações que acontecem devido a diabetes. A sua participação é de grande importância e se dará da seguinte forma: Primeiramente, será feita uma entrevista, a fim de saber dados pessoais (idade, estado civil, nível de escolaridade, renda familiar, se é canhoto ou destro, se tem alguma outra doença, se fuma, se bebe, se toma alguma medicação, se já caiu). Em seguida serão verificados os seus sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação), verificada sua glicemia capilar e mensurados: peso, altura, circunferência abdominal e do quadril. O senhor (a) receberá orientações e panfletos sobre cuidados com os pés. Nossa pesquisa irá ter 6 grupos, quatro irão realizar exercícios, e dois grupos que inicialmente só irá participar das orientações, mas foi garantido aos participantes desse grupo, que depois de quinze dias, foi iniciado o exercício físico. Os questionários e o exame físico foram realizados antes da aplicação do exercício e após seu término. O senhor (a) será encaminhado para realizar exames de velocidade de fluxo do sangue, de temperatura da pele, pressão plantar e sensibilidade dos pés. A frequência de vibração estabelecida será de 24Hz. O pico de deslocamento de 4mm será mantido durante todo o programa, sendo determinado pela distância da posição dos pés dos participantes na plataforma, que será controlada por uma marcação fixa na plataforma de vibração. O tempo da intervenção será de 45s. O tempo de recuperação será mantido de 30s após as intervenções. A sessão da vibração de corpo inteiro na plataforma vibratória está descritos na Tabela 2. Os exercícios serão realizados no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da UFPE.

— O presente estudo oferece riscos em relação a possíveis efeitos do treinamento físico, como dores musculares e cansaço durante o treinamento, porém haverá uma constante monitorização, por profissionais especializados e treinados, dos sinais vitais e do índice glicêmico durante toda a intervenção. O paciente pode sentir-se constrangido ao participar da pesquisa, o mesmo pode pausar ou retirar-se a qualquer momento do estudo.

— Os benefícios esperados são a melhora do fluxo sanguíneo, sensibilidade, pressão plantar e temperatura cutânea. reprimindo, assim, complicações que acontecem devido ao diabetes.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas, fotos, filmagens), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador, no LACIRTEM - Endereço: Av. Jorn. Aníbal Fernandes, 173 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-560, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe foi pago e nem foi cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação foram assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). A coleta somente será iniciada mediante aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador: _____

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo:

``**EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A TEMPERATURA CUTÂNEA, CIRCULAÇÃO, SENSIBILIDADE PERIFÉRICA E PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM DIABETES TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO**``, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento).

Local e data: _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores)

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

**APÊNDICE C - EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
A TEMPERATURA CUTÂNEA, FLUXO SANGUÍNEO, SENSIBILIDADE
PERIFÉRICA E PRESSÃO PLANTAR DE ADULTOS E IDOSOS COM E SEM
DIABETES TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

*IMMEDIATE EFFECT OF WHOLE-BODY VIBRATION ON SKIN TEMPERATURE,
BLOOD FLOW, PERIPHERAL SENSITIVITY AND PLANT PRESSURE FOR ADULTS AND
ELDERLY WITH AND WITHOUT DIABETES TYPE 2: RANDOMIZED CLINICAL TEST*

Alves, Kennedy Freitas Pereira; Marques, Thais Vitorino; Parente, Luana Caroline de Oliveira; Rodrigues, François Talles Medeiros; Carvalho, Antônio Geraldo Cidrão; Barros, Maria de Fátima Alcântara; Lima, Ana Paula Ferreira; Araújo, Bernardo-Filho, Mário; Taiar, Redha; Maria das Graças Rodrigues.

RESUMO:

Objetivo: avaliar o efeito imediato da vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea (Câmera Termográfica), fluxo sanguíneo (Ultrasonic Vascular Doppler), sensibilidade periférica (monofilamento, diapasão, agulha e tubo de ensaio gelado) e pressão plantar (baropodometria) de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2. **Materiais e Métodos:** Um estudo do tipo ensaio clínico, controlado, randomizado (ECR) e duplo cego, que seguiu as diretrizes estabelecidas no *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT), aprovado pelo comitê de ética parecer nº 3.219.332, e registrado no clinicaltrials.gov (NCT04207853). Foram recrutados indivíduos com idade entre 45 e 80 anos, com e sem diabetes, com tempo mínimo de diagnóstico do DM de 2 anos e máximo de 20 anos, independentes e sedentários. Os voluntários foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos: grupo de vibração de corpo inteiro 24Hz em diabéticos (G1), grupo de vibração “sham” em diabéticos (G2), grupo controle de diabéticos (G3), grupo de vibração de corpo inteiro 24Hz em não diabéticos (G4), grupo de vibração “sham” em não diabéticos (G5) e grupo controle de não diabéticos (G6). Foi realizada uma única sessão de tratamento composta por 8 séries de 45 segundos com 30 segundos de intervalo entre as séries, para G1 e G4. G2 e G5 ficaram sob a plataforma desligada com estímulo sonoro simulando o tratamento. Os grupos G3 e G6 foram avaliados, receberam panfletos e orientações sobre o diabetes e foram reavaliados logo em seguida. Para avaliar a distribuição normal dos dados o teste de Shapiro Wilk foi utilizado. As variáveis contínuas (teste de Kruskal-Wallis H) e o teste χ^2 para as variáveis categóricas para verificar a homogeneidade. Para comparação intragrupo por Wilcoxon e entre os grupos por Kruskal-Wallis H). **Resultado:** 94 voluntários participaram do estudo. Foi visto que uma única sessão de VCI não altera a temperatura e o fluxo sanguíneo significativamente, reduz a sensibilidade vibratória e aumenta a sensibilidade tátil, dolorosa e térmica na maioria dos pontos avaliados e melhora a média da pressão plantar máxima do pé direito (pré 205,78 e pós 192,18) e esquerdo (pré 188,54 e pós 181,54) de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2. **Conclusão:** Uma única sessão de VCI melhora a sensibilidade cutânea e a pressão plantar e não altera a temperatura e o fluxo sanguíneo de adultos e idosos com e sem diabetes.

Descritores: Diabetes Mellitus; Velocidade do Fluxo Sanguíneo; Temperatura Cutânea; Equilíbrio Postural; Vibração.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the immediate effect of whole-body vibration on skin temperature (Thermographic Camera), blood flow (Vascular Ultrasonic Doppler), peripheral sensitivity (monofilament, tuning fork, needle and cold test tube) and plantar pressure (baropodometry) of adults and elderly with and without type 2 diabetes. **Materials and Methods:** Clinical, controlled, randomized (RCT) and double-blind trial, which followed the guidelines established in the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT), approved by the ethics committee Opinion nº 3.219.332 and registered at clinictrials.gov (NCT04207853). Individuals aged between 45 and 80 years, with and without diabetes, with a minimum time of DM diagnosis of 2 years and a maximum of 20 years, independent and sedentary, were recruited. The volunteers were randomly divided into 6 groups: 24Hz whole body vibration group in diabetics (G1), simulated diabetic vibration group (G2), diabetic control group(G3), 24Hz whole body vibration group in non diabetics (G4), vibration group "sham" in non-diabetics (G5) and control group of non-diabetics (G6). A single treatment session was performed, consisting of 8 sets of 45 seconds with an interval of 30 seconds between sets, for G1 and G4. G2 and G5 were under the platform turned off with sound stimulus simulating the treatment. Groups G3 and G6 were evaluated, received leaflets and guidelines on diabetes and were reassessed shortly thereafter. To assess the normal distribution of data, the Shapiro Wilk test was used. continuous variables (Kruskal-Wallis H test) and χ^2 test for categorical variables to verify homogeneity. For intragroup comparison by Wilcoxon and between groups by Kruskal-Wallis H). **Result:** 94 volunteers participated in the study. It was observed that a single IVC session does not significantly change temperature and blood flow, reduces vibratory sensitivity and increases tactile, painful and thermal sensitivity in most points evaluated, and improves mean maximum plantar pressure of the right foot (pre 205.78 and post 192.18) and on the left (pre 188.54 and post 181.54) of adults and elderly with and without type 2 diabetes. **Conclusion:** A single session of VSD improves skin sensitivity and plantar pressure and does not alter temperature and blood flow in adults and elderly people with and without diabetes.

Keywords: Diabetes Mellitus; Blood flow speed; Skin temperature; Postural Balance; Vibration

INTRODUÇÃO

O DM é frequentemente acompanhado de dislipidemia, hipertensão arterial sistêmica (HAS), disfunção endotelial, obesidade, tabagismo e inatividade física (BRASIL, 2013). As complicações mais comuns do diabetes são os distúrbios microvasculares e macrovasculares, que desencadeiam retinopatia, nefropatia, neuropatia, doença coronariana, doença cerebrovascular e doença arterial periférica (GREGG, SATTAR, ALI, 2016). O comprometimento sensório motor periférico decorrente da má condução nervosa e redução da sensibilidade nos membros inferiores pode desencadear deformidades neuromusculares e pontos de pressão plantar aumentados (MANTOVANI et al., 2014).

A disfunção endotelial é um fator inicial importante no desenvolvimento de complicações macrovasculares e microvasculares do DM. Em adultos mais velhos com DM2, a vascularização dos membros inferiores está comprometida (BLAIN, et al, 2016). A redução do fluxo sanguíneo periférico e, consequentemente, desaquecimento cutâneo local são marcadores relevantes da disfunção endotelial que pode ser utilizado como predecessor de doenças cardiovasculares (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2016; SAÑUDO et al., 2013).

A nutrição adequada e a prática de exercícios físicos contribuem para o controle da hiperglicemia (BRASIL, 2013). A plataforma vibratória é uma modalidade biofísica de exercício (SILVA, 2012). Atualmente, a vibração de corpo inteiro (VCI) vem sendo apontada como uma nova intervenção benéfica em diabéticos do tipo 2 (DELPOZO-CRUZ *et al.*, 2013; ROBINSON *et al.*, 2016). Uma recente revisão sistemática com meta-análise de Gome-Neto e colaboradores no ano de 2019, onde 7 estudos, envolvendo 279 pacientes com diabetes tipo 2, onde compararam a vibração de corpo inteiro com outros exercícios e/ou grupos controles. Os resultados sugeriram que a VCI estava associada a melhorias nos níveis de dor, fluxo sanguíneo nas pernas, níveis de hemoglobina glicada e níveis de glicose no sangue em jejum, as diferenças médias ponderadas da mobilidade, as diferenças médias padrão de equilíbrio e diferenças médias padrão da capacidade aeróbia. (Gomes-Neto, et al., 2019).

As respostas agudas da VCI em jovens e idosos e mostraram efeitos que podem ser comparados a outros tipos de exercícios (COCHRANE *et al.*, 2010), com bons resultados em testes de salto, flexibilidade (GIOMBINI *et al.*, 2013), aumento da ativação eletromiográfica (MARÍN *et al.*, 2012) e da temperatura muscular (BATISTA *et al.*, 2007), aumento da captação de oxigênio (HAZELL *et al.*, 2012), frequência cardíaca e pressão arterial (DIAS *et al.* 2015). No entanto, outros estudos mostram que a VCI não foi capaz de produzir melhorias agudas no desempenho motor dos membros inferiores (LAMAS *et al.*, 2010; JACKSON *et al.*, 2008). A magnitude dessa resposta depende da amplitude (tamanho da cada deflexão, medida em mm) e a frequência (número de deflexões por segundo, medidas em Hz) do estímulo (Ritzmann *et al.*, 2010, 2013).

A intervenção com VCI mostrou o potencial de influenciar positivamente a circulação periférica humana (MAHBUB *et al.*, 2019), a temperatura muscular (BATISTA *et al.*, 2007) e fluxo sanguíneo (GOMES-NETO *et al.*, 2019). Os efeitos da VCI na percepção da sensibilidade cutânea plantares apresentam resultados conflitantes, mostrando tanto aumento (Del Pozo-Cruz, 2013) quanto diminuição (POLLOCK, et al., 2011; SCHLEE; RECKMANN, MILANI, 2012).

Os resultados dos estudos com a VCI ainda são controversos e possuem uma grande variedade de protocolos aplicados, não há um consenso sobre os melhores parâmetros com relação a frequência e amplitude utilizada assim como não são encontrados muitos estudos sobre os efeitos agudos nos pacientes com DM2 e suas complicações. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito agudo de uma única sessão de treinamento de vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, fluxo sanguíneo, sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do Estudo:

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego, baseado nas recomendações estabelecidas no Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT). Foi desenvolvido no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Recrutamento de voluntários:

O recrutamento dos voluntários foi obtido devido a divulgação nas redes sociais, palestras, eventos científicos, folhetos entre outros. Os voluntários foram instruídos a entrarem em contato com a equipe responsável pelo estudo para receber informações e orientações e verificar se se enquadrava no estudo.

Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a sua participação, uma via ficou no LACIRTEM e outro foi entregue ao participante que ingressou no estudo. O paciente ficou ciente dos riscos e benefícios de sua participação e que a qualquer momento durante a realização da pesquisa, poderia retirar-se da mesma, sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou a instituição que apoia esta pesquisa.

Critérios de Inclusão

Foram incluídos no estudo: (I) Diabéticos tipo 2 com mais de 2 anos e com menos de 20 anos de diagnóstico; (II) ambos os sexos desde que esteja na faixa etária entre 45 e 80 anos; (III) Funcionalmente independentes; (IV) Com capacidade cognitiva comprovada avaliada pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM), elaborado por Folstein et al. (1975) e tradução/modificação proposta por Lourenço e Veras (2006), sendo utilizado como ponte de corte para indivíduos analfabetos = 19 pontos (BRASIL, 2006) (ANEXO A); (V) Pacientes sem deformidades nos pés que exigissem calçados terapêuticos; (VI) Sem deficiências ortopédicas; (VII) Sem sinais de trombose venosa profunda; (VIII) Não fazerem uso de auxiliares para locomoção; (IX) Com IMC entre 18,50 e 34,99kg/m² (WHO, 2009); (X) para o grupo controle os participantes deveriam preencher todos os requisitos acima exceto o item I.

Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo: (I) Diabéticos tipo I; (II) Quem estava realizando atividade física ou que tinha realizado algum tipo de atividade física a menos de 2 meses do início da pesquisa; (III) Paciente com amputação em membros inferiores; (IV) Portadores de vertigem ou labirintite; (V) Voluntários que apresentaram pressão arterial maior ou igual a 150/100 mmHg ou menor ou igual a 60/40 mmHg. (VI) Presença de doenças Reumáticas

diagnosticadas anteriormente; (VII) Dependentes químicos; (VIII) Glicemia maior que 250mg/dL.

Critérios de descontinuação

Foram descontinuados do estudo: os pacientes que apresentaram descontrole glicêmico ou pressórico, lesão muscular.

Tamanho amostral

O cálculo amostral foi realizado através de um estudo piloto com 30 pacientes, sendo 5 em cada grupo, considerando um poder estatístico (β) de 80% e nível de significância (α) de 5% feito por meio do programa G*Power 3.1. Tendo como taxa de perda considerada em 30%, 11 pacientes em cada grupo deveriam compor a pesquisa para que todos os desfechos fossem respondidos.

Randomização

A randomização foi realizada por um pesquisador não envolvido em nenhuma etapa da pesquisa, utilizando-se da ferramenta oferecida pelo site www.randomization.com e o sigilo de alocação foi garantido por meio de envelopes numerados, opacos e lacrados abertos apenas no momento da intervenção. Desse modo, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos: grupo de vibração de corpo inteiro em diabéticos (G1), grupo de vibração “sham” em diabéticos (G2); grupo controle de diabéticos (G3); grupo de vibração de corpo inteiro em não diabéticos (G4); grupo de vibração “sham” em não diabéticos (G5); grupo controle de não diabéticos (G6),

Um pesquisador foi exclusivamente responsável pelas avaliações e reavaliações não tendo conhecimento sobre qual grupo de intervenção pertencia o participante. O paciente foi alocado para um dos 6 grupos. Após as avaliações finais, todos os dados foram analisados por outro pesquisador direcionado unicamente a esse propósito. A alocação dos voluntários e dos pesquisadores envolvidos na pesquisa estão demonstrados na figura 1.

Coleta de dados:

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos da UFPE N° de aprovação, 3.219.332, conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, registrado no www.clinicaltrials.gov (NCT04207853).

Após a investigação dos critérios de elegibilidade e assinatura do TCLE, foi iniciada a coleta de dados, conforme a respectiva ordem: Avaliação, intervenção e reavaliação.

Protocolo

Avaliação geral:

Os voluntários foram submetidos à aplicação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM); em seguida, respondiam a ficha de anamnese, a qual questionava sobre o nome,

idade, data de nascimento, sexo, tempo de diagnóstico, histórico familiar, estado civil, escolaridade, renda familiar per capita, lateralidade, etilismo, tabagismo, medicação em uso, histórico de quedas, outras enfermidades.

Os dados antropométricos peso e altura foram coletados na balança modelo MIC 200PPA (Micheletti Industria e Comercio de Equipamentos EIRELI, São Paulo-SP, Brazil) com o voluntário em pé e o índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir do peso dividido pela altura ao quadrado (kg/m^2).

Avaliação da FC e SPO2.

O voluntário era posicionado em decúbito dorsal e coletadas sua frequência cardíaca, medida em batimentos por minuto (bpm), sua saturação de oxigênio, em porcentagem (%), e em ambas foi utilizado o oxímetro de pulso digital Contec modelo CMS50M (Contec Medical System Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei Province, China), o qual foi colocado no segundo dedo do pé esquerdo do voluntário.

Avaliação Termográfica

A análise da temperatura cutânea foi realizada através de uma câmera termográfica modelo FLIR E40bx (FLIR Systems, EUA) com sensibilidade térmica de $0,05^\circ \text{C}$ e resolução de 160×120 pixels, posicionada a uma distância de 1m da região de interesse (RI) com um ângulo de 90° com a lente da câmera. O valor de emissividade da pele utilizado foi de 0.987 (QUESADA, 2017). Foram observadas as medidas preparatórias para realização do exame termográfico de acordo com as recomendações de Quesada (2017). As análises das imagens foram realizadas de acordo com o protocolo adaptado de Glamorgan (2008), para as regiões anterior e posterior das pernas; e região dorsal e plantar dos pés utilizando a média de temperatura de um polígono, que seguirá o contorno das áreas estudadas

Avaliação da sensibilidade

Ainda em decúbito dorsal, a sensibilidade cutânea periférica foi testada com o Kit Estesiômetro (Monofilamentos Semmes-Weinstein. Sorri-Bauru, Bauru, São Paulo-SP, Brasil), em que foi utilizado o monofilamento de 10 g. O estímulo foi feito na superfície plantar da 1^a, 3^a e 5^a falange distal, 1^a, 3^a e 5^a articulação metatarsofalangeana, lateral e medial do médiopé, no calcaneus e no espaço entre a 1^a e 2^a articulação metatarsofalangeana no dorso dos pés do indivíduo e realizado em ambos os pés. Seguido o teste do monofilamento, foi testada a sensibilidade dolorosa com a agulha do martelo neurológico Buck MD (Md Material Hospitalar Ltda – Me, Salvador-BA, Brasil), bem como examinou-se a sensibilidade vibratória com o diapasão **médico em alumínio com fixador 128 CPS prata – MD** (Md Material Hospitalar Ltda – Me, Salvador-BA, Brasil) e avaliou-se a sensibilidade térmica comum tubo de ensaio acrílico transparente 18x150 mm com tampa rosqueável 25 ml CRALPLAST (CRAL ARTIGOS PARA LABORATORIO LTDA, Cotia-SP, Brasil) preenchido com água e congelado a 0°C , todos esses últimos três testes foram feitos nos mesmos pontos em que foi feita a sensibilidade cutânea periférica.

Avaliação da Pressão Arterial e Glicemia capilar

Após coletar a sensibilidade cutânea periférica, foi pedido ao voluntário para ficar sentado e, assim, aferiu-se a sua pressão arterial com um esfigmomanômetro aneroide PREMIUM e estetoscópio adulto Rappaport Premium (Accumed-Produtos Medico-Hospitalares Ltda, Rio de Janeiro-RJ, Brazil), bem como foi coletada sua glicemia capilar com o monitor de glicose Accu-Chek Active GU (Roche Diabetes Care Ltda, São Paulo-SP, Brazil).

Avaliação Fluxo sanguíneo

A análise da velocidade do fluxo sanguíneo foi realizada com o paciente ainda sentado, através do Ultrasonic Vascular Doppler (BV-620VP, Guangdong, China/Mainland) com onda emissora de forma sinusoidal. Foi usado um transdutor de alta frequência (8.0MHz ± 10%) para a pesquisa de vasos mais superficiais. A intensidade média de frequência foi de < 50cmW/cm². Antes da análise, foi realizada a tricotomia ampla do local do exame e, em seguida, a área foi revestida por um gel solúvel em água para promover melhor contato entre o transdutor e a pele. O transdutor foi posicionado a um ângulo de 45° em relação aos vasos sanguíneos, sendo analisado contra o fluxo. Para a artéria tibial posterior e para a artéria dorsal do pé foram registrados usando um transdutor de alta frequência, tomando como respectivos pontos de referência o terço distal da panturrilha e o dorso do pé. A constatação do local mais adequado para análise de cada vaso sanguíneo foi registrada pelos sinaisacústicos gerados pelo equipamento (DE OLIVEIRA GUIRRO et al., 2015). Foram realizadas três medidas com 30 segundos de intervalo, o qual foi considerado como resultado final a média dos valores obtidos com as 3 coletas (DE OLIVEIRA GUIRRO et al., 2015).

Avaliação da Pressão Plantar

A análise da distribuição da pressão plantar foi analisada pela plataforma baropodométrica estática (Sensor Medica) de Pressão Dimensões do sensor mm: H = 1,600; W = 400; 6,400 sensores resistentes, revestidos em ouro 24 K, borracha condutora, interface USB 2.0; frequência de amostragem até 200 Hz, em tempo real; Matrix Scan; 10 bit auto- calibração; Resolução XY: 2.5 dpi, fonte de alimentação, cabo USB, 2 tapetes, Resolução Z: 8 bits, Alimentação: 15 Vcc, Max pressão: 150N/cm². Acompanhado do Software FreeStep Proda Sensor Medica, que é um Software avançado para o estudo da baropodometria, biomecânica e do relacionamento humano-espaco. Ao se posicionar na plataforma baropodométrica muitas informações são extraídas, pontos de pressão mínima, média e máxima de cada pé distribuição de carga em cada região do pé (retropé, mediopé e antepé); distância do centro de massa, e; centro de gravidade do pé e do corpo (SOUZA, 2015).

O participante foi orientado a se posicionar na esteira com os braços relaxados ao longo do corpo, na postura habitual e o olhar direcionado para o horizonte, sendo realizado um tempo de adaptação postural de 30 segundos. A coleta foi iniciada sem ser informada ao participante. Foram realizadas três coletas, a fim de se obter a média das análises.

Intervenção:

O protocolo de intervenção se deu após a avaliação em que os voluntários foram orientados a se posicionarem na plataforma vibratória Kikos P204–110v descalços em uma posição de agachamento de 100° (considerando 180° como extensão total do joelho), com os calcâneos apoiados sobre uma almofada de silicone, de modo que somente o ante pé e o médio pé estarão em contato direto com a plataforma (DEL POZO-CRUZ *et al.*, 2013). A plataforma, então foi ligada para o grupo vibração de corpo inteiro (G1 e G4) com uma frequência de 24 Hz durante 45 segundos e 30 segundos de repouso, durante 8 vezes tanto a vibração quanto o repouso. Para o grupo *sham* (G2 e G5), a mesma postura foi adotada sobre a plataforma, no entanto, um dispositivo sonoro foi ligado produzindo um ruído similar ao da plataforma ligada durante um tempo equivalente ao do protocolo de tratamento. O G3 e G6 receberam apenas informações e orientações sobre o DM sendo todos os grupos reavaliados imediatamente após a intervenção.

Reavaliação:

Com o fim do protocolo de intervenção, informações e orientações, a reavaliação sucedeu-se com a coleta da pressão plantar, frequência cardíaca, da saturação de oxigênio, Temperatura cutânea, da sensibilidade cutânea periférica, da pressão arterial, da glicemia capilar e do fluxo sanguíneo.

Análise dos resultados

Os dados coletados foram tabulados no programa Microsoft Excel 2013, apresentados de forma descritiva e através de tabelas. A análise estatística foi realizada por um estatístico que não participou de nenhuma etapa do estudo. Foi utilizado o software estatístico SPSS versão 23.0 (IMB Software Group, Chicago, IL, EUA). Para avaliar a distribuição normal dos dados o teste de Shapiro Wilk foi utilizado. Para as variáveis contínuas foi usado o teste de Kruskal-Wallis H e o teste χ^2 para associar as variáveis categóricas, a fim de verificar a homogeneidade da linha de base entre os grupos. Para variáveis contínuas não normais, os dados foram comparados intragrupo por Wilcoxon e entre os grupos por Kruskal-Wallis H. Todos os testes receberam um nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Participaram do estudo 94 voluntários com idade maior que 45 anos e menor ou igual a 80 anos. Onde foi observado uma redução da sensibilidade vibratória, melhora da sensibilidade tático, térmica e dolorosa bem como uma melhora na distribuição da pressão plantar no grupo VCI comparado ao grupo *Sham* e controle com e sem DM2. Um aumento do fluxo sanguíneo também foi verificado, mas sem significância estatística. A análise da termografia não revelou alterações significativas após a intervenção.

Figura 1. Alocação dos Pesquisadores. e dos 94 voluntários

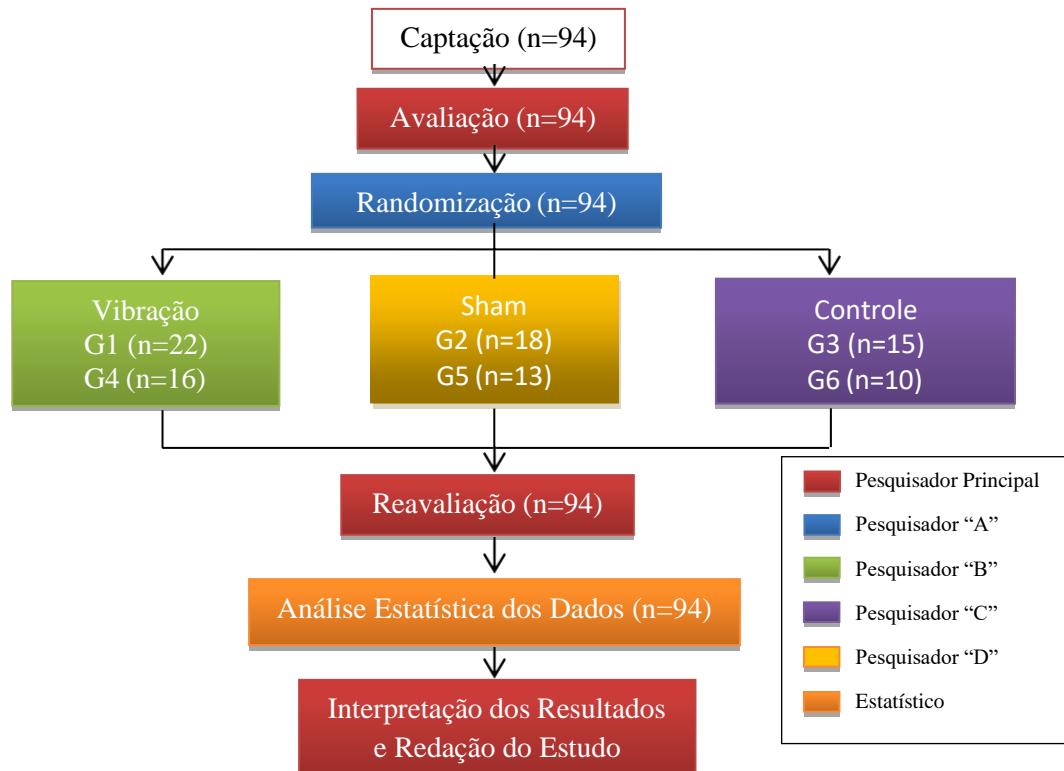
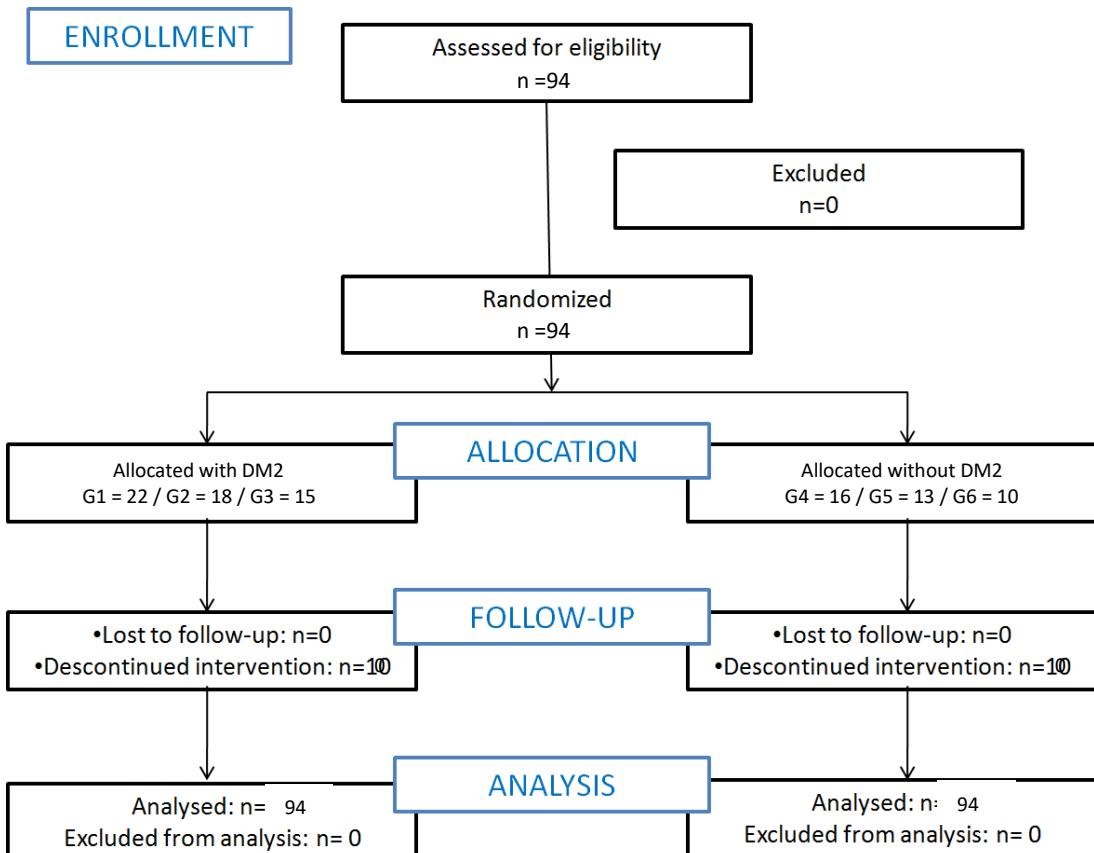


Figura 2: Fluxograma de captação e alocação dos voluntários do estudo.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020

Todos os 94 voluntários preencheram os critérios de inclusão e foram randomizados. Não houve nenhuma descontinuação no estudo. As características da amostra estão apresentadas na tabela 1. Nela observamos resultados significativos para glicemia capilar no G1 (156,45 mg/dl), G2 (143 mg/dl) e G3 (140 mg/dl) e para o escore de DNP com $p=0,006$ estando maior no G1 e G2.

Tabela 1. Caracterização da Amostra.

Variáveis	G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Idade (anos)	67,09(±6,18)	64,72(±8,18)	64,73(±6,72)	64,44(±9,16)	65,46(±7,89)	63,40(±10,38)	0,811
Sexo							
Masculino	22,7%	11,1%	33,3%	25,0%	30,8%	10,0%	0,574
Feminino	77,3%	88,9%	66,7%	75,0%	69,2%	90,0%	
Tabagista							
Sim	9,1%	5,6%	13,3%	-	-	-	
Não	54,5%	72,2%	60,0%	68,8%	61,5%	50,0%	0,703
Ex-tabagista	36,4%	22,2%	26,7%	31,3%	38,5%	50,0%	
Dados Antropométricos							
IMC (kg/cm ²)	29,28(±3,48)	27,51(±4,16)	27,17(±5,28)	28,19(±5,41)	29,58(±5,44)	26,57(±4,20)	0,255
Escolaridade							
Analfabeto	18,2%	11,1%	-	50,0%	23,1%	20,0%	
Fundamental Incompleto	27,3%	27,8%	53,3%	37,5%	46,2%	50,0%	
Fundamental completo	9,1%	16,7%	20,0%	12,5%	15,4%	20,0%	
Médio incompleto	18,2%	5,6%	20,0%	-	15,4%	10,0%	0,001
Médio completo	18,2%	11,1%	6,7%	-	-	-	
Superior incompleto	4,5%	11,1%	-	-	-	-	
Superior completo	-	16,7%	-	-	-	-	
Pós-Graduado	4,5%	-	-	-	-	-	
QAFH (Pontos)	8,19(±1,21)	8,23(±1,14)	7,72(±1,92)	8,08(±1,10)	8,11(±1,12)	8,12(±1,13)	1,000
Hemodinâmica e Perfusion							

PAS (mmHg)	118,18(±12,20)	119,44(±11,10)	128,67(±7,43)	119,37(±9,29)	122,31(±13,63)	124,00(±15,05)	0,086
PAD (mmHg)	80,45(±7,85)	78,89(±9,00)	85,33(±6,40)	83,75(±8,06)	86,15(±6,50)	80,00(±9,43)	0,088
PAM (mmHg)	93,03(±8,22)	92,41(±8,54)	99,78(±5,84)	95,62(±7,38)	98,21(±8,35)	94,67(±10,68)	0,085
FC (bpm)	71,77(±9,62)	74,44(±13,72)	72,93(±11,25)	68,06(±9,73)	67,15(±15,33)	64,10(±8,42)	0,255
SPO2 (%)	96,73(±1,86)	98,00(±1,14)	96,93(±1,91)	97,44(±1,90)	96,23(±2,31)	97,70(±1,25)	0,101
Glicemia Capilar (mg/dl)	156,45(±57,70)	143,00(±39,77)	140,07(±31,36)	107,50(±22,54)	92,23(±13,19)	109,20(±16,35)	0,000
DNP (Pontos)	5,23(±2,54)	5,94(±3,21)	3,60(±2,23)	4,56(±2,61)	3,15(±2,80)	2,20(±3,22)	0,006

Os dados são expressos como média (±desvio padrão) ou frequência relativa. Abreviaturas: Índice de massa corporal, IMC; Questionário de atividade física habitual, QAFH; Pressão arterial sistólica, PAS; Pressão arterial diastólica, PAD; Pressão arterial média, PAM; Frequência cardíaca, FR; Saturação periférica de oxigênio, SPO2; Identificação de dor neuropática, DNP.

Não houve diferença significativa em relação a temperatura cutânea da região da anterior e posterior da perna e região dorsal e plantar dos pés após a intervenção quando comparados os grupos VCI, sham e controle de diabéticos e não diabéticos. Ver tabela 2

Tabela 2. Análise da temperatura cutânea antes e após a intervenção.

Variáveis	G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Perna							
Região Anterior MID (°C)	PRE 30,49(0,83) POS 20,06(1,52) P-valor 0,34	30,24(0,82) 30,12(1,33) 0,78	30,51(1,25) 30,64(1,54) 0,89	30,53(1,79) 30,51(1,62) 0,88	30,55(1,61) 30,46(1,33) 0,96	30,79(1,09) 30,76(1,05) 0,69	
Região Anterior MIE (°C)	PRE 30,66(0,92) POS 30,00(1,57) P-valor 0,10	30,34(0,93) 30,28(1,53) 0,86	30,59(1,27) 30,83(1,34) 0,68	30,73(1,79) 30,62(1,51) 0,42	30,58(1,63) 30,57(1,40) 0,95	30,55(1,01) 31,00(0,97) 0,31	
Região Posterior MID (°C)	PRE 30,22(1,01) POS 30,18(0,99) P-valor 0,53	30,03(1,40) 30,18(1,28) 0,71	30,40(1,20) 30,76(1,19) 0,37	30,30(1,85) 30,57(1,20) 0,75	30,61(1,51) 30,67(0,97) 0,57	30,13(1,12) 30,40(0,99) 0,36	
Região Posterior MIE (°C)	PRE 30,21(0,89) POS 30,27(1,07) P-valor 0,71	30,19(1,17) 30,27(1,09) 0,92	30,46(1,30) 30,94(1,34) 0,21	30,42(1,77) 30,60(1,18) 0,94	30,82(1,41) 30,90(0,88) 0,58	30,19(1,14) 30,43(1,18) 0,59	
Pé							
Região Dorsal MID (°C)	PRE 28,67(1,72) POS 28,10(2,51) P-valor 0,08	28,13(1,51) 27,58(2,64) 0,13	29,15(2,17) 28,56(1,75) 0,06	28,88(2,19) 28,05(1,90) 0,14	29,18(2,36) 28,39(1,31) 0,21	28,92(1,92) 27,94(1,37) 0,44	
Região Dorsal MIE (°C)	PRE 28,79(1,84) POS 28,41(2,41) P-valor 0,02	28,27(1,78) 27,75(2,55) 0,22	29,24(2,26) 28,77(1,74) 0,25	28,94(2,48) 28,28(1,79) 0,11	29,24(2,45) 28,37(1,26) 0,20	28,82(1,61) 27,77(1,26) 0,57	
Região Plantar MID (°C)	PRE 26,49(1,64) POS 26,28(1,84) P-valor 0,68	26,58(2,11) 26,53(1,38) 0,95	27,50(1,74) 26,68(1,92) 0,15	27,96(2,40) 27,14(1,21) 0,14	28,29(2,06) 27,12(1,05) 0,01	27,90(1,64) 26,67(1,10) 0,03	
Região Plantar MIE (°C)	PRE 26,47(1,77) POS 26,32(1,78) P-valor 0,81	26,64(2,05) 26,53(1,33) 0,93	27,60(1,79) 26,78(1,73) 0,23	28,15(2,39) 27,17(1,13) 0,08	28,25(2,17) 27,12(0,99) 0,02	27,77(1,54) 26,52(0,95) 0,01	

Os dados são expressos com a média (±desvio padrão). Abreviaturas: Membro inferior direito, MID; Membro inferior esquerdo, MIE.

Na avaliação da circulação por meio do fluxo sanguíneo imediatamente após a intervenção foi verificado aumento do fluxo sanguíneo em todos os 6 grupos estudados, mas sem significância estatística na comparação entre os grupos, conforme tabela 3.

Tabela 3. Análise da velocidade do fluxo sanguíneo antes e após a intervenção.

Variáveis	G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Artéria dorsal MID (m/s)	PRE 89,66(39,85) POS 92,55(44,80) P-valor 0,98	108,09(36,50) 116,76(30,36) 1,00	108,19(33,65) 109,74(32,87) 0,89	101,47(36,16) 121,16(23,32) 0,22	112,59(28,06) 124,75(17,90) 0,55	107,65(35,03) 121,46(25,85) 0,16	
Artéria dorsal MIE (m/s)	PRE 90,58(43,84) POS 94,41(49,31) P-valor 0,80	105,99(34,56) 108(17,09) 0,89	106,93(34,19) 110,33(29,93) 0,69	93,13(38,37) 116,30(29,62) 0,06	109,94(31,05) 130,14(28,59) 0,31	95,76(26,03) 121,52(20,71) 0,05	
Artéria tibial MID (m/s)	PRE 94,88(39,89) POS 97,83(44,79) P-valor 0,94	86,77(24,38) 105(22,75) 0,09	119,36(34,30) 122,68(30,41) 0,69	89,87(32,52) 115,65(18,84) 0,01	107,70(28,94) 129,42(24,03) 0,01	106,30(32,11) 118,96(28,37) 0,26	
Artéria tibial MIE (m/s)	PRE 88,69(39,74) POS 96,81(51,61) P-valor 0,29	106,30(41,71) 111,03(37,00) 0,78	115,01(35,66) 114,01(34,39) 0,89	95,29(36,72) 126,16(25,76) 0,04	115,91(34,42) 122,98(27,25) 0,60	119,71(32,48) 124,91(34,30) 0,78	

Os dados são expressos com a média (±desvio padrão). Abreviaturas: Membro inferior direito, MID; Membro inferior esquerdo, MIE.

A tabela 4 retrata os resultados da avaliação da sensibilidade térmica entre os grupos. Observa-se uma melhora na média sensibilidade térmica nos grupos, com exceção do 1º metatarso direito ($p=0,86$), hálux ($p=0,060$), 1º metatarso ($p=0,073$) e calcaneo esquerdo ($p=0,131$).

Tabela 4. Análise da alteração da sensibilidade térmica antes e após intervenção.

Variáveis	G1	G2	G3	G4	G5	G6	P-valor
-----------	----	----	----	----	----	----	---------

		(n=22)	(n=18)	(n=15)	(n=16)	(n=13)	(n=10)	
Membro Inferior Direito								
Hálux	PRE	59,1%	38,9%	28,6%	6,3%	30,8%	10,0%	
	POS	50,0%	38,9%	14,3%	12,5%	-	-	0,001
3º Dedo	PRE	54,5%	38,9%	35,7%	-	7,7%	40,0%	
	POS	50,0%	38,9%	28,6%	6,3%	-	20,0%	0,007
5º Dedo	PRE	54,5%	55,6%	35,7%	6,3%	7,7%	40,0%	
	POS	45,5%	44,4%	21,4%	-	23,1%	20,0%	0,026
1º Metatarso	PRE	54,5%	50,0%	14,3%	12,5%	23,1%	10,0%	
	POS	45,5%	44,4%	35,7%	12,5%	7,7%	30,0%	0,086
3º Metatarso	PRE	59,1%	50,0%	28,6%	6,3%	15,4%	30,0%	
	POS	50,0%	44,4%	35,7%	-	-	30,0%	0,002
5º Metatarso	PRE	50,0%	44,4%	35,7%	6,3%	15,4%	40,0%	
	POS	54,5%	33,3%	35,7%	-	15,4%	20,0%	0,008
Mediopé Medial	PRE	63,6%	38,9%	14,3%	12,5%	-	40,0%	
	POS	50,0%	38,9%	28,6%	-	15,4%	10,0%	0,008
Mediopé Lateral	PRE	54,5%	38,9%	21,4%	-	-	20,0%	
	POS	54,5%	44,4%	21,4%	-	-	-	0,000
Calcanhar	PRE	50,0%	55,6%	50,0%	25,0%	23,1%	60,0%	
	POS	45,5%	55,6%	35,7%	-	15,4%	40,0%	0,008
Dorso do pé	PRE	50,0%	38,9%	14,3%	6,3%	7,7%	20,0%	
	POS	50,0%	33,3%	14,3%	6,3%	7,7%	10,0%	0,008
Membro Inferior Esquerdo								
Hálux	PRE	59,1%	33,3%	21,4%	-	15,4%	-	
	POS	50,0%	38,9%	28,6%	12,5%	15,4%	10,0%	0,060
3º Dedo	PRE	54,5%	38,9%	28,6%	6,3%	15,4%	10,0%	
	POS	45,5%	50,0%	28,6%	6,3%	-	20,0%	0,005
5º Dedo	PRE	59,1%	44,4%	21,4%	6,3%	7,7%	20,0%	
	POS	45,5%	44,4%	28,6%	-	7,7%	10,0%	0,005
1º Metatarso	PRE	54,5%	38,9%	28,6%	6,3%	30,8%	10,0%	
	POS	54,5%	33,3%	42,9%	12,5%	15,4%	30,0%	0,073
3º Metatarso	PRE	59,1%	44,4%	42,9%	6,3%	15,4%	10,0%	
	POS	40,9%	38,9%	35,7%	-	7,7%	20,0%	0,024
5º Metatarso	PRE	54,5%	50,0%	35,7%	-	7,7%	30,0%	
	POS	45,5%	38,9%	28,6%	-	15,4%	10,0%	0,018
Mediopé Medial	PRE	54,5%	44,4%	28,6%	6,3%	-	10,0%	
	POS	45,5%	38,9%	28,6%	-	7,7%	10,0%	0,008
Mediopé Lateral	PRE	45,5%	38,9%	28,6%	12,5%	-	-	
	POS	50,0%	44,4%	28,6%	6,3%	-	-	0,001
Calcanhar	PRE	50,0%	55,6%	57,1%	31,3%	23,1%	60,0%	
	POS	45,5%	55,6%	50,0%	12,5%	30,8%	50,0%	0,131
Dorso do pé	PRE	59,1%	38,9%	21,4%	6,3%	-	10,0%	
	POS	45,5%	44,4%	28,6%	12,5%	-	10,0%	0,012

Os dados são expressos com a frequência relativa.

Os resultados da avaliação da sensibilidade dolorosa nos mostram resultados significativos com redução maiores da média de relatos de alterações dolorosas no G1. para a maioria dos pontos verificados. Na comparação intergrupos o 5º metatarso ($p=0,203$) e calcanhar ($p=0,712$) direitos, e para 3º metatarso ($p=0,090$) e calcanhar ($p=0,107$) esquerdos a melhora nessa sensibilidade não é estatisticamente comprovada.. Os dados dessa análise estão na tabela 5.

Tabela 5. Análise da alteração da sensibilidade dolorosa antes e após intervenção.

Variáveis	G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Membro Inferior Direito							
Hálux	PRE	68,2%	50,0%	21,4%	6,3%	23,1%	30,0%
	POS	50,0%	44,4%	21,4%	12,5%	7,7%	10,0%
3º Dedo	PRE	68,2%	44,4%	14,3%	12,5%	30,8%	20,0%
	POS	59,1%	44,4%	21,4%	12,5%	7,7%	10,0%
5º Dedo	PRE	72,7%	50,0%	28,6%	12,5%	38,5%	20,0%
	POS	59,1%	50,0%	21,4%	-	23,1%	20,0%
1º Metatarso	PRE	68,2%	50,0%	28,6%	25,0%	15,4%	50,0%
	POS	59,1%	44,4%	28,6%	12,5%	15,4%	20,0%
3º Metatarso	PRE	68,2%	50,0%	28,6%	31,3%	23,1%	30,0%
	POS	54,5%	44,4%	35,7%	25,0%	7,7%	10,0%
5º Metatarso	PRE	68,2%	44,4%	21,4%	6,3%	7,7%	30,0%
	POS	45,5%	33,3%	21,4%	12,5%	15,4%	20,0%
Mediopé Medial	PRE	63,6%	44,4%	7,1%	18,8%	23,1%	20,0%
	POS	59,1%	38,9%	14,3%	18,8%	15,4%	10,0%
Mediopé Lateral	PRE	45,5%	50,0%	14,3%	12,5%	15,4%	10,0%
	POS	45,5%	44,4%	21,4%	6,3%	-	0,001
Calcanhar	PRE	72,7%	38,9%	42,9%	31,3%	38,5%	40,0%
	POS	54,5%	44,4%	42,9%	31,3%	30,8%	40,0%
Dorso do pé	PRE	54,5%	50,0%	14,3%	18,8%	7,7%	10,0%
	POS	45,5%	55,6%	14,3%	-	7,7%	-
Membro Inferior Esquerdo							
Hálux	PRE	59,1%	44,4%	14,3%	12,5%	15,4%	20,0%
	POS	50,0%	44,4%	21,4%	12,5%	15,4%	10,0%
3º Dedo	PRE	63,6%	50,0%	21,4%	12,5%	15,4%	30,0%
	POS	54,5%	38,9%	28,6%	12,5%	7,7%	30,0%
5º Dedo	PRE	63,6%	44,4%	28,6%	6,3%	7,7%	20,0%
	POS	63,6%	55,6%	35,7%	6,3%	7,7%	20,0%
1º Metatarso	PRE	72,7%	55,6%	42,9%	18,8%	38,5%	40,0%
	POS	63,6%	44,4%	50,0%	50,0%	30,8%	20,0%
3º Metatarso	PRE	63,6%	66,7%	64,3%	31,3%	30,8%	50,0%

	POS	63,6%	50,0%	35,7%	25,0%	30,8%	20,0%	
5º Metatarso	PRE	68,2%	44,4%	35,7%	12,5%	38,5%	30,0%	
	POS	63,6%	44,4%	42,9%	6,%	7,7%	10,0%	0,000
Mediopé Medial	PRE	63,6%	44,4%	21,4%	18,8%	38,5%	30,0%	
	POS	59,1%	50,0%	14,3%	18,8%	7,7%	10,0%	0,002
Mediopé Lateral	PRE	54,5%	44,4%	14,3%	12,5%	23,1%	10,0%	
	POS	54,5%	44,4%	21,4%	6,3%	-	-	0,000
Calcanhar	PRE	77,3%	50,0%	42,9%	25,0%	46,2%	40,0%	
	POS	59,1%	61,1%	42,9%	18,8%	46,2%	30,0%	0,107
Dorso do pé	PRE	59,1%	55,6%	14,3%	6,3%	23,1%	-	
	POS	50,0%	66,7%	14,3%	12,5%	7,7%	-	0,000

Os dados são expressos com a frequência relativa.

Quando avaliamos os resultados da sensibilidade tátil, houve aumento da sensibilidade tátil após a intervenção na maioria dos pontos avaliados nos 6 grupos. Apenas o hálux 3º e 5º dedos, 5º metatarso e dorso do pé direito e 5º dedo, 5º metatarso, médio-pé lateral e medial esquerdo tiveram resultados com significância estatística demonstrados na tabela 6.

Tabela 6. Análise da alteração da sensibilidade tátil antes e após intervenção.

Variáveis		G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Membro Inferior Direito								
Hálux	PRE	54,5%	50,0%	21,4%	12,5%	-	30,0%	
	POS	45,5%	44,4%	21,4%	-	15,4%	20,0%	0,016
3º Dedo	PRE	40,9%	44,4%	21,4%	12,5%	-	20,0%	
	POS	40,9%	38,9%	21,4%	12,5%	7,7%	-	0,035
5º Dedo	PRE	45,5%	44,4%	21,4%	-	15,4%	10,0%	
	POS	36,4%	44,4%	21,4%	6,3%	7,7%	10,0%	0,037
1º Metatarso	PRE	45,5%	38,9%	21,4%	12,5%	15,4%	20,0%	
	POS	36,4%	22,2%	21,4%	6,3%	15,4%	20,0%	0,370
3º Metatarso	PRE	40,9%	44,4%	28,6%	6,3%	15,4%	10,0%	
	POS	36,4%	27,8%	28,6%	6,3%	15,4%	10,0%	0,245
5º Metatarso	PRE	50,0%	33,3%	21,4%	12,5%	15,4%	10,0%	
	POS	45,5%	27,8%	28,6%	6,3%	7,7%	10,0%	0,039
Mediopé Medial	PRE	22,7%	33,3%	21,4%	18,8%	7,7%	20,0%	
	POS	27,3%	33,3%	30,8%	12,5%	15,4%	-	0,275
Mediopé Lateral	PRE	36,4%	38,9%	21,4%	12,5%	-	20,0%	
	POS	40,9%	38,9%	28,6%	25,0%	15,4%	10,0%	0,367
Calcanhar	PRE	18,2%	22,2%	28,6%	18,8%	23,1%	30,0%	
	POS	9,1%	16,7%	35,7%	31,3%	7,7%	30,0%	0,227
Dorso do pé	PRE	50,0%	44,4%	21,4%	-	-	10,0%	
	POS	45,5%	50,0%	14,3%	-	7,7%	10,0%	0,001
Membro Inferior Esquerdo								
Hálux	PRE	45,5%	44,4%	21,4%	25,0%	15,4%	50,0%	
	POS	40,9%	38,9%	21,4%	12,5%	-	30,0%	0,063
3º Dedo	PRE	45,5%	44,4%	14,3%	6,3%	15,4%	30,0%	
	POS	40,9%	38,9%	21,4%	12,5%	-	20,0%	0,056
5º Dedo	PRE	45,5%	33,3%	14,3%	6,3%	23,1%	10,0%	
	POS	40,9%	33,3%	14,3%	-	-	20,0%	0,009
1º Metatarso	PRE	40,9%	33,3%	14,3%	12,5%	7,7%	30,0%	
	POS	36,4%	22,2%	21,4%	6,3%	7,7%	10,0%	0,176
3º Metatarso	PRE	45,5%	33,3%	14,3%	25,0%	23,1%	30,0%	
	POS	36,4%	33,3%	14,3%	6,3%	7,7%	10,0%	0,089
5º Metatarso	PRE	40,9%	44,4%	14,3%	18,8%	23,1%	20,0%	
	POS	40,9%	33,3%	14,3%	6,3%	-	-	0,006
Mediopé Medial	PRE	31,8%	50,0%	14,3%	25,0%	7,7%	30,0%	
	POS	31,8%	44,4%	7,1%	12,5%	-	10,0%	0,014
Mediopé Lateral	PRE	31,8%	38,9%	28,6%	18,8%	-	30,0%	
	POS	50,0%	44,4%	28,6%	18,8%	-	10,0%	0,012
Calcanhar	PRE	9,1%	27,8%	14,3%	25,0%	23,1%	30,0%	
	POS	13,6%	22,2%	14,3%	25,0%	7,7%	20,0%	0,826
Dorso do pé	PRE	54,5%	50,0%	21,4%	6,3%	7,7%	20,0%	
	POS	45,5%	50,0%	14,3%	-	-	10,0%	0,000

Os dados são expressos com a frequência relativa.

Em todos os pontos avaliados da sensibilidade vibratória a VCI apresentou redução da sensibilidade (tabela 7). Já na pressão plantar (tabela 8) houve melhora relevante nos grupos que realizaram a VCI na comparação com o grupo Sham e controle de diabéticos e não diabéticos.

Tabela 7. Análise da alteração da sensibilidade vibratória antes e após intervenção.

Variáveis		G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Membro Inferior Direito								
Hálux	PRE	50,0%	38,9%	21,4%	6,3%	15,4%	10,0%	
	POS	54,5%	38,9%	28,6%	12,5%	-	20,0%	0,008
3º Dedo	PRE	54,5%	38,9%	28,6%	12,5%	7,7%	20,0%	
	POS	59,1%	44,4%	21,4%	12,5%	-	10,0%	0,001
5º Dedo	PRE	45,5%	44,4%	14,3%	6,3%	7,7%	20,0%	
	POS	54,5%	44,4%	21,4%	-	-	10,0%	0,000
1º Metatarso	PRE	50,0%	44,4%	21,4%	6,3%	15,4%	10,0%	0,005

	POS	50,0%	44,4%	21,4%	12,5%	-	10,0%	
3º Metatarso	PRE	45,5%	50,0%	14,3%	6,3%	7,7%	10,0%	
	POS	45,5%	44,4%	21,4%	18,8%	-	10,0%	0,018
5º Metatarso	PRE	45,5%	50,0%	21,4%	6,3%	15,4%	10,0%	
	POS	45,5%	38,9%	21,4%	6,3%	7,7%	10,0%	0,021
Mediopé Medial	PRE	45,5%	38,9%	21,4%	6,3%	7,7%	10,0%	
	POS	50,0%	33,3%	21,4%	12,5%	-	10,0%	0,010
Mediopé Lateral	PRE	40,9%	44,4%	21,4%	6,3%	7,7%	10,0%	
	POS	54,5%	38,9%	21,4%	12,5%	-	10,0%	0,003
Calcanhar	PRE	59,1%	33,3%	14,3%	12,5%	-	10,0%	
	POS	63,3%	38,9%	14,3%	12,5%	15,4%	10,0%	0,001
Dorso do pé	PRE	50,0%	44,4%	14,3%	6,3%	7,7%	10,0%	
	POS	50,0%	61,1%	7,1%	6,3%	-	10,0%	0,000
Membro Inferior Esquerdo								
Hálux	PRE	50,0%	33,3%	21,4%	6,3%	-	20,0%	
	POS	54,5%	50,0%	14,7%	12,5%	-	30,0%	0,002
3º Dedo	PRE	50,0%	33,3%	21,4%	-	-	10,0%	
	POS	54,5%	44,4%	14,3%	18,8%	-	20,0%	0,004
5º Dedo	PRE	54,5%	33,3%	7,1%	-	7,7%	20,0%	
	POS	54,5%	38,9%	7,1%	-	-	10,0%	0,000
1º Metatarso	PRE	50,0%	33,3%	14,3%	6,3%	7,7%	20,0%	
	POS	50,0%	33,3%	14,3%	18,8%	-	20,0%	0,020
3º Metatarso	PRE	50,0%	33,3%	14,3%	-	7,7%	10,0%	
	POS	50,0%	38,9%	7,1%	31,3%	-	10,0%	0,006
5º Metatarso	PRE	50,0%	38,9%	21,4%	-	7,7%	10,0%	
	POS	50,0%	38,9%	14,3%	6,3%	-	10,0%	0,002
Mediopé Medial	PRE	50,0%	27,8%	21,4%	-	-	-	
	POS	54,5%	27,8%	21,4%	18,8%	-	10,0%	0,007
Mediopé Lateral	PRE	45,5%	33,3%	21,4%	-	-	10,0%	
	POS	45,5%	44,4%	21,4%	12,5%	-	10,0%	0,010
Calcanhar	PRE	54,5%	38,9%	14,3%	12,5%	-	-	
	POS	54,5%	38,9%	14,3%	18,8%	-	10,0%	0,003
Dorso do pé	PRE	50,0%	38,9%	21,4%	6,3%	7,7%	10,0%	
	POS	45,5%	44,4%	21,4%	-	-	10,0%	0,001

Os dados são expressos com a frequência relativa.

Tabela 8. Análise da pressão plantar antes e após a intervenção.

Variáveis	G1 (n=22)	G2 (n=18)	G3 (n=15)	G4 (n=16)	G5 (n=13)	G6 (n=10)	P-valor
Membro Inferior Direito							
Pressão plantar máximo (Kpa)	PRE POS P-valor	205,78(37,18) 192,18(42,07) 0,08	203,85(45,86) 180,48(40,96) 0,00	193,70(44,88) 190,34(47,52) 0,59	180,31(37,58) 171,95(35,02) 0,12	157,93(20,63) 146,78(32,07) 0,09	178,10(36,82) 172,62(36,60) 0,58
Pressão plantar média (Kpa)	PRE POS P-valor	58,55(10,53) 58,11(15,50) 0,06	56,47(12,32) 51,91(11,95) 0,00	55,14(11,91) 54,74(10,22) 0,86	49,82(12,02) 49,48(11,16) 0,57	45,72(7,80) 42,88(8,78) 0,02	48,03(11,60) 44,48(12,54) 0,07
Área de contato (cm ²)	PRE POS P-valor	181,54(30,65) 105,59(22,57) 0,93	98,21(29,07) 96,44(18,79) 0,36	94,41(13,02) 94,87(13,44) 1,00	109,52(14,69) 109,23(12,64) 0,26	103,77(17,91) 106,62(18,68) 0,13	90,27(14,70) 88,63(14,68) 0,61
Distribuição percentual médio de pressão (%)	PRE POS P-valor	54,78(9,90) 53,14(4,63) 0,99	54,52(5,13) 53,12(5,59) 0,18	58,16(7,91) 57,62(7,11) 0,77	51,95(3,16) 53,03(3,72) 0,38	56,21(4,48) 57,26(5,18) 0,48	57,65(4,01) 56,70(5,96) 0,40
Membro Inferior Esquerdo							
Pressão plantar máximo (Kpa)	PRE POS P-valor	188,54(34,70) 181,54(30,65) 0,16	188,09(43,37) 185,62(42,44) 0,88	164,33(31,34) 173,77(32,96) 0,11	175,95(27,39) 162,45(34,20) 0,02	149,02(39,30) 146,43(42,77) 0,81	191,87(57,84) 171,28(36,60) 0,12
Pressão plantar média (Kpa)	PRE POS P-valor	56,75(10,78) 54,78(9,90) 0,24	52,32(12,62) 51,37(13,09) 0,68	45,60(14,57) 46,75(13,59) 0,68	50,74(11,92) 47,45(12,26) 0,01	39,72(8,66) 35,09(6,25) 0,05	41,97(11,27) 39,54(12,06) 0,26
Área de contato (cm ²)	PRE POS P-valor	102,04(28,73) 98,45(22,90) 0,65	90,06(30,27) 87,14(15,88) 0,32	85,38(17,69) 84,84(18,22) 0,95	100,63(15,42) 101,21(15,30) 0,23	98,31(20,23) 96,69(18,22) 0,33	76,57(12,43) 77,27(13,99) 0,58
Distribuição percentual médio de pressão (%)	PRE POS P-valor	47,55(4,17) 48,89(7,30) 0,48	45,48(5,13) 46,88(5,59) 0,18	41,84(7,91) 42,38(7,11) 0,77	48,05(3,16) 46,97(3,73) 0,38	44,16(4,16) 42,74(5,18) 0,33	42,35(4,01) 43,30(5,96) 0,40

Os dados são expressos com a média (\pm desvio padrão).

DISCUSSÃO

Esse estudo avaliou o efeito imediato da vibração de corpo inteiro sobre a temperatura cutânea, fluxo sanguíneo, sensibilidade periférica e pressão plantar de adultos e idosos com e sem diabetes tipo 2. Ficou constatado que apesar de não haver melhora da temperatura cutânea e que fluxo sanguíneo aumentou mas não o suficiente para ter representatividade estatística nos grupos após a intervenção VCI, os resultados da redução da sensibilidade vibratória, e a melhora da sensibilidade dolorosa, tático e térmica a assim como a melhora da distribuição da pressão plantar, tornam esse estudo relevante.

Era de se esperar que a glicemia capilar e o escore de DNP fosse maior nos grupos de diabéticos, uma vez que níveis maiores de glicemia capilar são encontrados nesses indivíduos já que essa é uma das características da doença, a hiperglicemias. A hiperglicemias crônica leva a complicações como a neuropatia (IDF, 2019) que pode explicar o escore elevado de DNP nessa amostra.

O uso da termografia na avaliação da lesão nervosa baseia-se na presença de assimetrias de temperatura entre a área de inervação envolvida e a área correspondente nolado oposto do corpo. O grau de assimetria térmica entre os lados opostos do corpo (ΔT) é muito pequeno. Por exemplo, o valor para a perna foi $0,27^{\circ} \pm 0,2^{\circ}$ C e para o pé foi $0,38^{\circ} \pm 0,31^{\circ}$ C (UEMATSU et al., 1988). Nos nossos resultados não encontramos nenhuma diferença significativa quando comparamos VCI, Sham e controle de diabéticos e não diabéticos. Em nosso estudo piloto, verificamos redução da temperatura na planta do pé direito após VCI. Apesar de termos utilizado o mesmo protocolo, não obtivemos o mesmo resultado. Desta vez não houve melhora em nenhuma das regiões analisadas pela termografia. Fujiwara et al. (2000) avaliaram 61 participantes diabéticos e 16 saudáveis, e relataram que a temperatura basal da pele em pacientes diabéticos era significativamente menor do que em pacientes saudáveis, além de menor variação de temperatura e recuperação após a intervenção.

Bagavathiappan et al. (2010) analisaram 112 pacientes com diagnóstico de diabetes tipo 2 por meio de imagens termográficas da região plantar, correlacionando a presença de neuropatia diabética e a temperatura cutânea desses indivíduos. Valores mais elevados de temperatura média e global do pé foram encontrados nos pacientes com neuropatia, além de correlação positiva com a temperatura nas regiões do hálux, bilateralmente. Esse achado pode ser justificado pelo fato de pés neuropáticos serem quentes, com pulsos palpáveis e veias dilatadas, indicando aumento do fluxo sanguíneo, embora lento, e possível congestão nesta região. Não foi feita a correlação de neuropatia diabética e temperatura no nosso estudo. Considerando que a neuropatia causa danos na sensibilidade, que por sua vez altera o posicionamento dos pés levando-os a um aumento de pontos de pressão plantar. Acreditamos que o atrito maior entre o solo e o pé neuropático possa intervir na avaliação termográfica justificando assim os valores mais elevados nessa população. Em resumo, existe o aquecimento da superfície devido a maior pressão e atrito, porém o mecanismo comprometimento da circulação dificulta o resfriamento cutâneo.

Quando levamos em consideração os resultados da avaliação da circulação periférica através do fluxo sanguíneo verificamos que houve um aumento do fluxo sanguíneo após a VCI maior que nos demais grupos tanto em diabéticos quanto não diabéticos. Mas que esse aumento não foi estatisticamente significativo. Há evidências consideráveis de que a função vascular está prejudicada em pacientes com diabetes tipo 2 (KINGWELL, et al., 2003; MCVEIGH, 1992; WILLIAMS, et al., 1996) que justifica uma menor velocidade do fluxo nos pacientes com diabetes. Alguns estudos sugeriram que a redução da função vascular pode alterar a redistribuição do fluxo sanguíneo para o músculo ativo durante o exercício (BALDI, et al., 2003; KINGWELL, et al., 2003).

Williams, et al. (1998) observaram que a redução do fluxo sanguíneo estava relacionada à concentração de glicose plasmática em pacientes com DM2. Essa disfunção vasoativa seria induzida pela hiperglicemia que levaria a uma ativação da proteína quinase C, a formação de radicais livres derivados do oxigênio e a formação de produtos derivados da glicação em estágios avançados (MATSUBARA E ZIFF, 1986; BUCALA, TRACEY ECERAMI. 1991; DE VRIESE, et al., 2000; ZIERATH, KROOK, WALLBERG- HENRIKSSON, 2000)

Estudos observaram melhorias induzidas por VCI no fluxo sanguíneo dos membros inferiores de idosos (LOHMAN et al., 2007; HERRERO, et al., 2011 e JOHNSON, et al., 2014 e Mahbub, 2020). O presente estudo corrobora como outros estudos que não puderam revelar tais efeitos benéficos após a VCI na circulação periférica de idosos com DM2 (Alves, 2020) e sem DM2 (LOHMAN, 2011 e 2012). Embora tenha utilizado frequência parecida ao estudo de Mahbub, os achados do nosso estudo foram divergentes.

Uma recente revisão sistemática com meta análise realizada por Kenneth, JoEllen e Alan (2015) constatou que o fluxo sanguíneo periférico foi positivamente influenciado pela VCI, sugerindo que frequências mais baixas podem levar a maiores mudanças no sangue periférico fluxo do que frequências mais altas, além disso, tempos de vibração curtos ou longos não alteram o fluxo sanguíneo periférico de forma diferente, a VCI alternada influencia positivamente no fluxo sanguíneo achado não semelhante é verificado na VCI vertical. As frequências de vibração de 50, 30, 25, 20, 15, 10 e 5 Hz aumentaram o fluxo sanguíneo periférico. Mesmo usando plataforma de vibração alternada, frequência de 24hz, tempo curto de exposição não observamos melhora significativa do fluxo sanguíneo no nosso estudo nem no grupo de DM2 nem no grupo de pacientes sem DM.

A sensibilidade dos mecanorreceptores cutâneos plantares, pode estar alterada devido a deterioração provocada pelo próprio envelhecimento. podendo contribuir para os prejuízos na marcha, equilíbrio e mobilidade entre idosos (Meyer, Oddsson e De Luca, 2004; Perry, 2006) a exposição à VCI também pode provocar estímulos nos mecanorreceptores cutâneos plantares, consequentemente a alterações na sua sensibilidade (SCHLEE; RECKMANN; MILANI, 2012). No entanto, os estudos disponíveis que investigaram os efeitos da VCI na percepção dos mecanorreceptores cutâneos plantares apresentam resultados conflitantes, mostrando tanto melhorias (DEL POZO-CRUZ, 2013) quanto diminuição (POLLOCK, et al., 2011; SCHLEE; RECKMANN, MILANI, 2012).

Sonza et al (2013). relataram que, para pessoas jovens saudáveis, uma única exposição de 10 minutos à VCI de 42 Hz diminuiu a pressão de toque e a sensibilidade à vibração plantar do pé, e essa redução pode durar até 150 minutos enquanto o sistema sensorial retornar aos valores basais. Dominguez-Muños et al. (2020), em seu estudo com 90 pessoas submetidos a uma sessão de VCI com avaliação do limiar de vibração antes e após a intervenção, verificaram o aumento do limiar de percepção de vibração quando comparado ao grupo controle. Acreditamos que o aumento deste limiar, o envelhecimento, as complicações causadas pela hiperglicemia crônica justifiquem a maior alteração da percepção dos estímulos de vibração realizados nesse estudo nos diferentes grupos avaliados. É importante relatar que

houve redução da sensibilidade vibratória na maioria dos pontos avaliados após a VCI no nosso estudo. Corroborando assim o estudo de Sonza (2013) e Dominguez-Muños (2020),

Em uma investigação, Pollock e colaboradores (2011) expuseram jovens saudáveis à VCI a 30 Hz, e foi observado uma redução na sensação cutânea em alguns pontos avaliados dos pés. Schlee e seu grupo de pesquisadores (2012), descobriram que a exposição de jovens à VCI em 27 Hz causou uma diminuição na sensibilidade da planta do pé embora tenha constatado melhorias no equilíbrio e controle de movimento. Nossos achados divergem dos estudos de Pollock e Schlee pois foi visto um aumento da sensibilidade tátil, térmica e dolorosa após a VCI em diabéticos quando comparado aos outros grupos.

A perda da sensibilidade em pacientes com DM é muito frequente Dobson et al, (2014), pois a exposição prolongada à hiperglicemia leva a danos nas fibras nervosas finas e grossas (Pedrosa, 2014). A não detecção do toque pelo paciente indica neuropatia severa com ausência de sensação protetora (LEUNG, 2007). No nosso estudo observamos uma maior frequência relativa de pontos de sensibilidade alterada na avaliação dos pés de diabéticos quando comparado ao grupo de indivíduos sem DM2. O fator envelhecimento pode contribuir para esse desfecho.

Alguns estudos tem mostrado que a diminuição da percepção da sensibilidade cutânea plantar em indivíduos com DM levam a uma maior pressão na planta do pé (FERNANDO, et al, 2013 e ANEMYA et al, 2014) Em nosso estudo também pudemos observar uma maior pressão plantar média nos pés direito e esquerdo de indivíduos com diabetes em comparação com os não diabéticos. E imediatamente após a VCI houve redução da pressão máxima na planta dos pés mais evidente no grupo com DM que no grupo sem DM2.

CONCLUSÃO

Uma única sessão de VCI reduz a sensibilidade vibratória e melhora a sensibilidade tátil, térmica e dolorosa e a distribuição da pressão plantar. Em contrapartida, não aumenta o fluxo sanguíneo tampouco a temperatura cutânea.

Esses resultados mostram que o protocolo é seguro, sem apresentar efeitos adversos e que estudos futuros podem verificar a duração do efeito agudo da VCI por meio de follow up maiores e também avaliar o efeito acumulativo do uso da plataforma vibratória na população de adultos e idosos com e sem diabetes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, K .et al. Efeito imediato da vibração de corpo inteiro na temperatura da pele e no fluxo sanguíneo dos membros inferiores em idosos com diabetes tipo 2: estudo piloto. **Appl. Sci.** 2020 , 10 , 690.
- AMMER, K. The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. **Thermology international**, v. 18, n. 4, p. 125-144, 2008.
- BAGAVATHIAPPAN, S.; PHILIP, J.; JAYAKUMAR, T.; RAJ, B.; RAO, P.N.; VARALAKSHMI, M.; MOHAN, V. Correlation between plantar foot temperature and diabetic neuropathy: a case study by using an infrared thermal imaging technique. **J Diabetes Sci Technol.** 2010 Nov 1;4(6):1386-92.
- BALDI, J.C.; AOINA, J.L.; OXENHAM, H.C.; BAGG, W.; DOUGHTY, R.N.; Redução da diferença de O₂ arteriovenoso durante o exercício no diabetes tipo 2. **J Appl Physiol** . 2003; 94 (3): 1033-8.
- BATISTA, M.; WALLERSTEIN, L.; DIAS, R. efeitos do treinamento com Plataformas vibratórias. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 2007. v. 15, n. 3, p. 103–113. Disponível em: <<http://www.insp.mx/geriatria/acervo/pdf/11558.02>> Batista M.A Wallerstein L. Dias R.M..pdf
- BLAIN, H.; MASUD, T.; DARGENT-MOLINA, P.; MARTIN, F.C.; ROSENDAL, E.; VAN DER VELDE, N.; BOUSQUET, J.; BENETOS, A.; COOPER, C.; KANIS, JA; et al. Uma estratégia abrangente de prevenção de fraturas em adultos mais velhos: Declaração da European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS). **J. Nutr. Health Aging** 2016, 20, 647–652.
- BRASIL Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa (Cadernos de Atenção Básica, n. 19) Brasília: **Ministério da Saúde**, 2006.
- BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus (Cadernos de Atenção Básica, n. 36). Brasília: **Ministério da Saúde**, 2013.
- BUCALA, R., TRACEY, K.J.; CERAMI, A. Os produtos de glicosilação avançados extinguem o óxido nítrico e medeiam a vasodilatação dependente do endotélio defeituoso em diabetes experimental. **J Clin Invest** . 1991; 87 (2): 432-8.
- COCHRANE, D.J. et al. Comparing muscle temperature during static and dynamic squatting with and without whole-body vibration. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, 2010. v. 30, n. 4, p. 223–229.
- DE OLIVEIRA GUIRRO, E.C. et al. Immediate effects of electrical stimulation, diathermy, and physical exercise on lower limb arterial blood flow in diabetic women with peripheral arterial disease: a randomized crossover trial. **Journal of manipulative and physiological therapeutics**, v. 38, n. 3, p. 195-202, 2015.

DE VRIESE, A.S.; VERBEUREN, T.J; VAN DE VOORDE, J.; LAMEIRE, N.H; VANHOUTTE, P.M. Disfunção endotelial em diabetes. **Br J Pharmacol**. 2000; 130 (5): 963-74

DEL POZO-CRUZ, J. et al. A primary care-based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 94, n. 11, p. 2112-2118, 2013.

DIAS, T.; POLITO, M. Acute Cardiovascular Response during Resistance Exercise with Whole-body Vibration in Sedentary Subjects: A Randomized Cross-over Trial. **Research in sports medicine** (Print), 2015. v. 23, n. 3, p. 253–64. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26031551>>

DOBSON, J.L et al. Benefits of exercise intervention in reducing neuropathic pain, **Frontiers in Cellular Neuroscience**, v.08, 2014.

DOMINGUEZ-MUÑOZ FJ, HERNANDEZ-MOCHOLI MA, VILLAFAINA S, GARCÍA-GORDILLO MA, COLLADO-MATEO D, GUSI N, ADSUAR JC. Acute Effects of a Whole Body Vibration Session on the Vibration Perception Threshold in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. **Int J Environ Res Public Health**. 2020

FUJIWARA, Y .; INUKAI, T .; ASO, Y .; TAKEMURA, Y. Medição termográfica do tempo de recuperação da temperatura da pele das extremidades em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. **Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes**. 2000 , 108 , 463–469.

GIOMBINI, A. et al. Acute effect of whole-body vibration at optimal frequency on muscle power output of the lower limbs in older women. **American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists**, 2013. v. 92, n. 9, p. 797–804. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23552332>>

GOMES-NETO, MANSUETO; SÁ-CAPUTO, DANÚBIA; PAINEIRAS-DOMINGOS, LAISA; BRANDÃO, ANDREA; NEVES, MARIO F.; MARIN, PEDRO J.; SAUDO, BORJA; Bernardo-Filho, Mario. Effects of Whole-Body Vibration in Older Adult Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 43, p. S1499-2671(18)3, 2019

GREGG, E.W; SATTAR, N.; ALI, M.K. The changing face of diabetes complications. **Lancet Diabetes Endocrinol**. 2016;4(6):537-47.

HERRERO, A.J; MENÉNDEZ, H.; GIL, L.; MARTÍN, J.; MARTIN, T.; GARCÍA-LÓPEZ, D.; GIL-AGUDO, A.; MARÍN, P.J Efeitos da vibração de corpo inteiro no fluxo sanguíneo e na atividade neuromuscular na lesão da medula espinhal. **Spinal Cord** 2011 , 49 , 554–559.

HAZELL, T.J.; LEMON, P.W.R. Synchronous whole-body vibration increases VO₂ during and following acute exercise. **European Journal of Applied Physiology**, 2012. v. 112, n. 2, p. 413–420.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. IDF Atlas. 9. ed. Bruxelas: **International Diabetes Federation**; 2019.

JACKSON, K.J.; MERRIMAN, H.L.; VANDERBURGH, P.M.; BRAHLER, C.J. Acute Effects of Whole-Body Vibration on Lower Extremity Muscle Performance in Persons with Multiple Sclerosis. **JNPT** 2008;32:171–176.

KENNETH E.G.; JOELLEN M.S.; ALAN E.W. Vibração de corpo inteiro, fluxo sanguíneo e oxigenação muscular: uma meta-análise. **J Athl Train** 1 de maio de 2015; 50 (5): 542–549.

KINGWELL BA, FORMOSA M., MUHLMANN M., BRADLEY SJ, MCCONELL GK. Indivíduos diabéticos tipo 2 têm respostas do fluxo sanguíneo das pernas prejudicadas ao exercício: papel da vasodilatação dependente do endotélio. **Diabetes Care**. 2003; 26 (3): 899-904.

LAMAS, L.; TRICOLI, V.; BATISTA, M.; UGRINOWITSCH, C. Efeito agudo da vibração sobre o desempenho do agachamento em alta velocidade e salto vertical. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2010;12(6):401-407.

LEUNG P.C. Diabetic foot ulcers-a comprehensive review. **Surgeon**. v. 5, n. 4, p. 219-231, 2007.

LOHMAN, E.B.III.; PETROFSKY, J.S.; MALONEY-HINDS, C.; BETTS-SCHWAB, H.; THORPE, D. O efeito da vibração de todo o corpo no fluxo sanguíneo da pele das extremidades inferiores em indivíduos normais. **Med. Sci. Monit.** 2007 , 13 , CR71 – CR76.

LOHMAN, E.B.III; BAINS, G.S.; LOHMAN, T.; DELEON, M.; PETROFSKY, J.S. Uma comparação do efeito de uma variedade de modalidades térmicas e vibratórias na temperatura da pele e no fluxo sanguíneo em voluntários saudáveis. **Med. Sci. Monit.** 2011 , 17 , MT72 – MT81

LOHMAN, E.B.III; SACKIRIYAS, K.S.B.; BAINS, G.S.; CALANDRA, G.; LOBO, C.; NAKHRO, D.; MALTHANKAR, G.; PAUL, S. Uma comparação de vibração de corpo inteiro e calor úmido na temperatura da pele das extremidades inferiores e fluxo sanguíneo da pele em indivíduos idosos saudáveis. **Med. Sci. Monit.** 2012 , 8 , CR415 – CR424

LOURENÇO, R.A.; VERAS, R.P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Rev Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 712-9, 2006.

MAHBUB, M.H; HIROSHIGE, K.; YAMAGUCHI, N.; HASE, R.; HARADA, N.; TANABE, T. Uma revisão sistemática de estudos que investigam os efeitos da intervenção de vibração de corpo inteiro controlada na circulação periférica. **Clin. Physiol. Funct. Imaging** 2019 , 39 , 363-377.

MAHBUB, MH; HASE, R.; YAMAGUCHI, N.; HIROSHIGE, K.; HARADA, N.; BHUIYAN, A.N.M.N.H.; TANABE, T. Efeitos agudos de vibração de corpo inteiro no fluxo sanguíneo periférico, percepção vibrotátil e equilíbrio em adultos mais velhos. **Int. J. Environ. Res. Public Health** 2020 , 17 , 1069.

MANTOVANI, A.M. et al. Análise da pressão e área de superfície plantar em diabéticos neuropatas, que utilizam palmilha. **Arq. Ciênc. Saúde**, 21, 4, 43-47, 2014.

MARÍN, P.J. et al. Whole-body vibration increases upper and lower body muscle activity in older adults: Potential use of vibration accessories. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 2012. v. 22, n. 3, p. 456–462.

MATSUBARA, T.; ZIFF, M. Aumento da liberação de ânion superóxido de células endoteliais humanas em resposta a citocinas. **J Immunol**. 1986; 137 (10): 3295-8

MCVEIGH, G.E.; BRENNAN, G.M.; JOHNSTON, G.D. et al. Vasodilatação endotélio dependente e independente prejudicada em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (não insulino-dependente). **Diabetologia**. 1992; 35 (8): 771-6

MEYER, P.F.; ODDSSON, L.I.E.; DE LUCA, C.J. O papel da sensação cutânea plantar na postura não perturbada. **Exp. Brain Res.** 2004 , 156 , 505-512..

PEDROSA, H.C. et al. Neuropatias e Pé Diabético. **AC Farmacêutica**. Rio de Janeiro, 2014.

PERRY, S.D Avaliação da insensibilidade da superfície plantar relacionada à idade e idade de início da insensibilidade avançada em adultos mais velhos usando testes de sensibilidade vibratória e de toque. **Neurosci. Lett.** 2006 , 392

POLLOCK, R.D.; PROVAN, S.; MARTIN, F.C.; NEWHAM, D.J. Os efeitos da vibração de todo o corpo no equilíbrio, no sentido da posição das articulações e na sensação cutânea. **EUR. J. Appl. Physiol.** 2011 , 111 , 3069–3077.

QUESADA, J.I.P. Application of Infrared Thermography in Sports Science. **Springer**, 2017.

RITZMANN, R., GOLLHOFER, A. & KRAMER, A. A influência do tipo de vibração, frequência, posição do corpo e carga adicional na atividade neuromuscular durante a vibração de corpo inteiro. **Eur J Appl Physiol** 113, 1-11 (2013)

RITZMANN, R., KRAMER, A., GRUBER, M. et al. Atividade EMG durante vibração de corpo inteiro: artefatos de movimento ou reflexos de estiramento ?. **Eur J Appl Physiol** 110, 143–151 (2010)

SCHLEE, G.; RECKMANN, D.; MILANI, T.L. O treinamento de vibração de corpo inteiro reduz a sensibilidade plantar do pé, mas melhora o controle do equilíbrio de indivíduos saudáveis. **Neurosci. Lett.** 2012 , 506 , 70–73.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015–2016). Sao Paulo: **AC Farmacêutica**, 2013.

SONZA, A.; MAURER, C.; ACHAVAL, M.; ZARO, M.A.; NIGG, B.M. Sensores cutâneos humanos na planta do pé: sensibilidade alterada e tempo de recuperação após vibração de corpo inteiro. **Neurosci. Lett.** 2013 , 533 , 81–85.

SOUZA, C.C. de. **Eficácia de uma intervenção fisioterapeutica na qualidade de vida, propriocepção, sensibilidade e mobilidade de idosos diabéticos institucionalizados.** 2015. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

UEMATSU, S.; EDWIN, D.H.; JANKEL, W.R.; KOZIKOWSKI, J.; & TRATTNER, M. (1988). Quantificação da assimetria térmica. **Journal of Neurosurgery**, 69 (4), 552–555.

WILLIAMS, S.B.; CUSCO, J.A.; RODDY, M.A.; JOHNSTONE, M.T.; CREAGER, M.A. Vasodilatação mediada por óxido nítrico prejudicada em pacientes com diabetes mellitus não insulino-dependente. **J Am Coll Cardiol**. 1996; 27 (3): 567-74.

WILLIAMS, S.B.; GOLDFINE, A.B.; TIMIMI, F.K.; et al. A hiperglicemia aguda atenua a vasodilatação dependente do endotélio em humanos in vivo. **Circulação**. 1998; 97 (17): 1695-701.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. [Homepage na Internet]. BMI classification. [citado 2009 mar 30]. Disponível em URL: http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.

ZIERATH, J.R.; KROOK, A.; WALLBERG-HENRIKSSON, H. Insulin action and insulin resistant in human skeletal muscle. **Diabetologia**. 2000; 43 (7): 821-35.

APÊNDICE D – IMEDIATE EFFECT OF WHOLE-BODY VIBRATION ON SKIN TEMPERATURE AND LOWER-LIMB BLOOD FLOW IN OLDER ADULTS WITH TYPE 2 DIABETES: PILOT STUDY



Article

Immediate Effect of Whole-Body Vibration on Skin Temperature and Lower-Limb Blood Flow in Older Adults with Type 2 Diabetes: Pilot Study

Kennedy Freitas Pereira Alves ¹, Ana Paula de Lima Ferreira ¹,
 Luana Caroline de Oliveira Parente ¹, François Talles Medeiros Rodrigues ¹,
 Thais Vitorino Marques ¹, Gabriel Barreto Antonino ¹, Luiz Carlos de Melo ¹,
 Débora Wanderley Villela ¹, Marcelo Renato Guerino ¹, Wagner Souza Leite ¹,
 Shirley Lima Campos ¹, Larissa Coutinho de Lucena ², Redha Tairi ³ and
 Maria das Graças Rodrigues de Araújo ^{1,*}

¹ Department of Physical Therapy, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife-PE 50670-901, Brazil; kennedyfpa@hotmail.com (K.F.P.A.); apllima@yahoo.com.br (A.P.d.L.F.); luapanapente00@gmail.com (L.C.d.O.P.); francoismedeirosfisiot@gmail.com (F.T.M.R.); thaisvmarques@hotmail.com (T.V.M.); gabrielbarreto@live.com (G.B.A.); luiz-carlos-melo@hotmail.com (L.C.d.M.); deborawanderley84@hotmail.com (D.W.V.); marceloguerino@hotmail.com (M.R.G.); wagnersleite@gmail.com (W.S.L.); shirleylcamps@uol.com.br (S.L.C.)

² Faculdade Nova Esperança (FACENE), João Pessoa-PB 58067-698, Brazil; larissacoutinho@gmail.com

³ GRESPI, Université de Reims Champagne-Ardenne, 51100 Reims, France; rtairi@chu-reims.fr

* Correspondence: mgra@ufpe.br

Received: 20 December 2019; Accepted: 11 January 2020; Published: 19 January 2020



Abstract: The purpose of this study was to evaluate the response of a single whole-body vibration (WBV) training session to peripheral skin temperature and peripheral blood flow of older adults with type 2 diabetes. A double-blind, controlled clinical trial was conducted following the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) guidelines. A single session of WBV (24 Hz; amplitude 4 mm; vibration time 45 s, with a series of eight repetitions with recovery between repetitions of 30 s; total time of 10 min) or sham vibration on the Kikos P204 Vibrating Platform was employed. To assess skin temperature, the FLIR E40bx thermographic camera and the ultrasonic vascular Doppler for flow velocity were used. Evaluation occurred before and after a WBV or sham intervention. The sample consisted of three men and 17 women. In the WBV group, there was a decrease in the temperature from 29.7 °C (± 1.83) to 26.6 °C (± 2.27), with $p = 0.01$. Temperature following sham decreased from 28.6 °C (± 1.84) to 26.3 °C (± 2.49), with $p = 0.01$. Regarding blood flow, there was a decrease in the analyzed arteries, especially the left posterior tibial artery, where there was a statistically significant flow reduction from 27.1 m/s (± 25.36) to 20.5 m/s (± 19.66), post WBV ($p = 0.01$). In the sham group, an increased flow velocity was observed for all the arteries analyzed, except for the left dorsal artery. Immediately following a full-body vibration session, peripheral skin temperature and lower-limb blood flow tend to decrease in diabetic patients. However, from the design of study developed, we cannot infer the maintenance of this effect in the medium and long term.

Keywords: type 2 diabetes mellitus; blood flow velocity; skin temperature; vibration

1. Introduction

Diabetes mellitus (DM) is one of the largest global health emergencies of the 21st century and, each year, more people develop and live with this condition. In addition to the 415 million adults

diagnosed with diabetes, there are 318 million adults with glucose intolerance, resulting in a high risk of aggravating the condition and improving future disease development [1]. In Brazil, the number increased from 4.5 million in 2000 to 11.3 million in 2013, with an estimated range of 19.2 million by 2035 [2].

DM is a metabolic disorder of multiple etiologies characterized by hyperglycemia, which may be caused by defects in insulin secretion and/or action, involving specific pathological causes, such as the destruction of pancreatic β -cells responsible for the production of this hormone. This condition generates numerous side effects, such as the consequent disturbance mainly of carbohydrates, as well as proteins and fats, which leads to complications in various organs and may be accompanied by dyslipidemia, systemic arterial hypertension (SAH), endothelial dysfunction, obesity, smoking, and physical inactivity. Other macrovascular complications are either myocardial infarction and stroke, whereas microvascular complications include retinopathies and nephropathies [3–6].

The classification of the Brazilian Diabetes Society (BDS) includes four types defined according to specific disabilities or processes. Type 2 DM has an unknown etiology and is linked to relative insulin deficiency when it has a state of resistance combined with failure to secrete insulin, requiring the use of synthetic insulin to achieve glycemic control. It covers about 90% of diabetes cases in the population and usually manifests in adults aged over 45 with overweight or central fat deposition, physical inactivity, and family history of type 2DM [6,7].

Endothelial dysfunction is an important early factor in the development of macrovascular and microvascular complications of diabetes. Vascular endothelium is a dynamic tissue lining the blood vessels and the heart, and its performance is essential for homeostasis. The endothelium has several functions like maintenance of vascular tone, intravascular homeostasis, participation in the inflammatory process, and maintenance of blood flow. Reduction in peripheral blood flow and, consequently, local cooling of the skin are relevant markers of endothelial dysfunction that can be used as predecessors of cardiovascular disease. In older adults with type 2 diabetes, vascularization of the lower limbs is compromised [7–9]. The basal skin temperature in patients with type 2 diabetes is significantly lower than in patients without diabetes [10]. and this fact can be explained by the dilation of arteriovenous anastomoses and reduced blood supply in the capillaries due to autonomic neuropathy [11].

Many studies showed reduced blood glucose, insulin resistance, dyslipidemia, hypertension, and improved vascular function after regular physical activity, which are recognized as an important tool in diabetes control. Evidence of vasodilation after aerobic exercise and resistance training in diabetic individuals suggests increased vascular diameter and glucose uptake in the musculoskeletal system, which contributes to blood supply and lower-limb irrigation [12–15].

Reduced exercise tolerance is an important feature in patient with type 2 diabetes, who often have muscle weakness, making exercise more challenging. Whole-body vibration (WBV) is an alternative therapy which consists of a training program that exposes the whole body to mechanical vibrations. It was shown to be a safe alternative intervention to stimulate balance, and to improve muscle strength, body composition, and endurance in sedentary individuals who cannot perform conventional exercises such as walking and functional training. Protocols vary according to number of sessions per week, number of weeks, and frequency used in WBV in hertz (Hz) and amplitude (mm) [16–19].

However, there are few reports in the literature about the immediate effect of WBV on skin temperature and blood flow in the lower limbs of older adults with type 2 diabetes. Thus, the aim of this study was to evaluate the response of a single whole-body vibration training session to peripheral blood circulation and peripheral skin temperature in older adults with type 2 diabetes.

2. Methods

This is a pilot, randomized, double-blind, controlled clinical study that followed the guidelines set out in the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) conducted with patients diagnosed with type 2 diabetes mellitus.

The research was carried out in the Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) of the Physiotherapy Department of the Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). This study was approved by the Research Ethics Committee of the CCS/UFPE (No.3.219.332) and registered at www.clinicaltrials.gov (NCT04207853), respecting the ethical aspects of Resolution 466/12 of the National Health Council and the Declaration of Helsinki. All participants signed the free and informed consent form (FICF) after being informed of the objectives, risks, and benefits of the research.

The study was disseminated in various ways to attract volunteers (social networks, leaflets, lectures, scientific events, etc.). Volunteers were instructed to contact the research team to receive information and study guidance. When the volunteer met the research criteria, they were instructed to attend the day and time scheduled for exams to confirm the disease, while wearing appropriate clothes for the study.

The study included 20 clinically classified type 2 diabetic men (three) and women (17) who were aged 60 to 80 years, functionally independent, without severe foot deformities requiring the use of therapeutic footwear, without orthopedic deficiencies, without indication of deep vein thrombosis, without the use of walking aids, and with cognitive ability to respond and perform the exercises assessed by the Mini-Mental State Examination (MMSE), using 19 points as the cutoff point for illiteracy [20].

Volunteers who performed another physical activity and those who presented peaks of hypertension during treatment or who reported discomfort during the session that prevented the completion of training were discontinued.

Randomization was performed by a researcher not involved in any research stage, using the tool offered by www.randomization.com, and the order of participants was placed in numbered, sealed, and opaque envelopes, which were only opened at the time of the survey intervention. Thus, participants were randomly divided into two groups: whole-body vibration training (WBV), simulated vibration training (sham), and a single treatment session for WBV and sham. All participants underwent an initial and final evaluation.

Initially, anthropometric data were collected: gender, age, body mass index (BMI), vital signs (heart rate (HR), blood pressure (BP), and peripheral oxygen saturation (SpO_2), capillary glucose, and clinical history at the time of evaluation. Subsequently, the volunteers were assessed for peripheral circulation through blood flow and peripheral skin temperature on both limbs and then instructed to perform training on the vibrating platform. At the end of the intervention, blood flow, peripheral skin temperature, vital signs, and capillary blood glucose were re-evaluated.

2.1. Vital Signs

Heart rate (HR) measured in beats per minute (BPM) and peripheral oxygen saturation (SpO_2) expressed as a percentage (%) were evaluated using a Contec model CMS50M digital pulse oximeter (Contec Medical System Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei Province, China) placed on the second left toe with pressure. Blood pressure (BP) was measured in millimeters of mercury (mmHg) using a PREMIUM aneroid sphygmomanometer and a Rappaport Premium adult stethoscope (Accumed-Produtos Medico-Hospitalares Ltda, Rio de Janeiro-RJ, Brazil) using the left arm supported during measurement, with the patient sitting comfortably after 15 min of rest at baseline and immediately after the intervention.

2.2. Capillary Blood Glucose

Capillary blood glucose expressed in milligrams per deciliter (mg/dL) was verified by an Accu-Chek Active GU blood glucose monitor (Roche Diabetes Care Ltda, São Paulo-SP, Brazil), with the participant sitting comfortably with their arms resting on their legs before and at the end of each intervention to monitor and control the patient's glycemic index.

2.3. Anthropometric Data

Body composition was evaluated using a digital electronic anthropometric scale with a retractable ruler model MIC 200PPA (Micheletti Industria e Comercio de Equipamentos EIRELI, São Paulo-SP, Brazil). Body mass index (BMI) was defined as weight in kilograms divided by the square of height in meters (kg/m^2).

2.4. Blood Flow Velocity

The evaluation of blood flow velocity expressed in meters per second (m/s) was performed by ultrasonic vascular Doppler BV-620VP (Shenzhen Bestman Instarument Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, China), with sine wave emission. Prior to evaluation, a wide trichotomy of the examination site was performed, and then the area was coated with a water-soluble gel to promote better contact between the transducer and the skin. The transducer was positioned at a 45° angle to the blood vessels and was analyzed for flow. For the posterior tibial artery and the dorsal artery of the foot, recordings of the high-frequency transducer (8 Hz) were made, using the distal third of the calf and the instep as a reference. Confirmation of the most appropriate site for the evaluation of each blood vessel was performed through the acoustic signals generated by the equipment and, at this point, a marking was made to facilitate re-evaluation after the intervention. Three measurements were taken at 30-s intervals, and the final result was the average of the values obtained in the three collections. The exam was repeated after the intervention via which the patient was submitted, respecting the markings of the previous collection.

2.5. Skin Temperature

Skin temperature was evaluated using an FLIR E40bx thermographic camera (FLIR Systems Inc., Wilsonville, OR, USA) with a thermal sensitivity of 0.05 °C and a resolution of 160 × 120 pixels. The camera was positioned at a distance of 1 m from the assessed region, at an angle of 90° to the camera lens. Participants were instructed regarding the preparatory measures for the thermographic exam, according to the recommendations of Priego Quesada (2017). Prior to the exam, the volunteers rested for 10 min in a room with a temperature between 18 and 23 °C and relative humidity between 40% and 70%, monitored with the help of a thermometer-hygrometer (KT-908). Reflected temperature was measured by the “reflective method” described in ISO 18434-1: 2008 for thermographic camera calibration [21]. We noted that the human body emissivity is assumed to be constant (about 0.98) [22] to ensure that the influence of the environment reflection is negligible.

Image analyses were performed according to the Glamorgan (2008) protocol for the anterior and posterior leg and dorsal region and sole of the feet, using the average temperature of a polygon, which followed the contour of the studied areas [23].

Images were collected before and after the intervention. Subsequently, the images obtained were organized, stored, and analyzed in the FLIR Tools software (FLIR Systems Inc., Wilsonville, OR, USA) provided by the camera manufacturer (Figure 1).

2.6. Whole-Body Vibration

The vibratory platform used was the Kikos P204–110v (Kikos Fitness, São Paulo-SP, Brazil), whose vibration direction is of the lateral oscillatory type. The vibrating plate features non-slip material on its surface for better foot attachment at the time of training. The established vibration frequency was 24 Hz. The 4-mm displacement peak was maintained throughout the program and was determined by the width of the volunteers' position on the platform. The intervention time was 45 s, with eight series being performed and, for each, the recovery time was maintained at 30 s for all intervals, totaling 600 s of intervention.

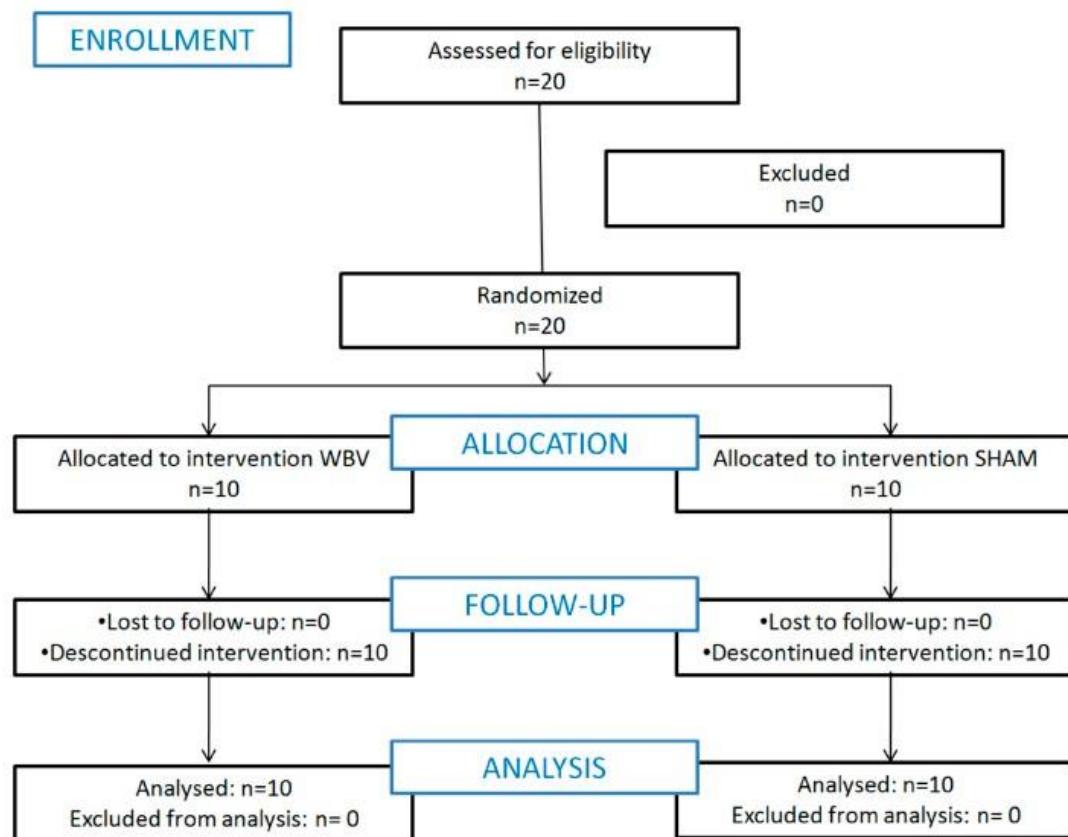


Figure 2. Flow chart which describes the recruitment, randomization, and allocation of patients.

Table 1. Baseline characteristics of patients in the whole-body vibration (WBV) and sham groups.

Variables	WBV		<i>p</i> -Value
	G1 (n=10)	G2 (n=10)	
Age (years)	64.4 (± 3.99)	65.2 (± 4.54)	0.83
Diagnostic Time (years)	7.29 (± 4.53)	9.13 (± 6.81)	0.55
Sex	10 (100%)	10 (100%)	
Male	2 (20%)	1 (10%)	0.54
Female	8 (80%)	9 (90%)	
Smoker			
Yes	3 (30%)	1 (10%)	
No	7 (70%)	9 (90%)	0.4
Former smoker	2 (28.6%)	3 (33.3%)	
Passive smoker	-	-	
Anthropometric data			
BMI	30.4 (± 4)	27.9 (± 3.9)	0.18

Table 1. *Cont.*

Variables	WBV		<i>p</i> -Value
	G1 (n=10)	G2 (n=10)	
Schooling			
Illiterate	-	-	0.42
Incomplete elementary	1 (10%)	1 (10%)	
Complete elementary	2 (20%)	2 (20%)	
Incomplete medium	-	1 (10%)	
Medium complete	2 (20%)	4 (40%)	
Incomplete higher	2 (20%)	1 (10%)	
Graduated	3 (30%)	-	
Postgraduate	-	1 (10%)	
Marital status			
Single	3 (30%)	-	0.24
Married	4 (40%)	4 (40%)	
Divorced	2 (20%)	3 (30%)	
Widowed	1 (10%)	3 (30%)	
Family income			
<1 MW	3 (30%)	3 (30%)	1
1–3 MW	4 (40%)	4 (40%)	
4–6 MW	2 (20%)	2 (20%)	
>7 MW	1 (10%)	1 (10%)	
HPAQ	8.49 (± 1.19)	7.9 (± 1.37)	0.32
Blood pressure			
SBP	120 (± 9.43)	116 (± 6.99)	0.3
DBP	77 (± 8.23)	78 (± 9.66)	0.81
Capillary blood glucose	133.6 (± 36.75)	135.4 (± 35.2)	0.91
SpO ₂	98.3 (± 0.82)	95.3 (4.8)	0.08
Diabetes knowledge	20.85 (± 11.27)	21.42 (± 9.54)	0.9

Data are expressed as mean (\pm standard deviation) or absolute frequency (relative frequency). Abbreviations: body mass index, BMI; minimum wage, MW; SpO₂, peripheral oxygen saturation; QAFH, usual physical activity questionnaire; BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

Only the plantar region of the right foot suffered a statistically significant reduction in skin temperature in both groups. In the WBV group, there was a reduction from 29.7 °C (± 1.83) to 26.6 °C (± 2.27), *p* = 0.01. In the sham group, the reduction was from 28.6 °C (± 1.84) to 26.3 °C (± 2.49), *p* = 0.01. There was no statistically significant difference between the groups. For all results, the effect size was considered low. Thermographic data are expressed in Table 2.

Table 2. Mean skin temperature analysis in °C (and standard deviation) before and after intervention (intra- and intergroup) and effect size.

Variables	WBV			Sham			Effect Size	<i>p</i> -Value
	Before	Post	<i>p</i> ⁺	Before	Post	<i>p</i> ⁺		
Plant right foot	29.7 (± 1.83)	26.6 (± 2.27)	0.01 *	28.6 (± 1.84)	26.3 (± 2.49)	0.01 *	0.12	0.78
Left foot plant	26.9 (± 2.33)	26.7 (± 1.89)	0.84	28.7 (± 2)	26.3 (± 2.21)	0.05	0.18	0.67
Back right foot	29.6 (± 1.64)	29 (± 1.7)	0.33	30.2 (± 1.93)	29.2 (± 1.23)	0.07	-0.16	0.77
Back left foot	27.9 (± 1.85)	29.3 (± 1.06)	0.06	30.2 (± 1.93)	29.7 (± 1.25)	0.30	-0.32	0.45
Anterior right leg	30.1 (± 1.59)	30.1 (± 1.59)	0.52	30.3 (± 1.06)	30.3 (± 1.06)	0.48	-0.19	0.74
Anterior left leg	30.1 (± 1.52)	30.1 (± 1.52)	0.21	30.4 (± 1.26)	30.4 (± 1.26)	0.36	-0.24	0.64
Posterior right leg	30.4 (± 0.97)	30.3 (± 1.06)	0.80	30.4 ($\pm .97$)	30.4 (± 0.84)	1	0.12	0.82
Posterior left leg	30.6 (± 0.97)	30.3 (± 1.34)	0.54	30.5 (± 1.08)	30.6 (± 0.84)	0.76	-0.32	0.56

Data are expressed as mean (\pm standard deviation). Abbreviations: WBV, whole-body vibration; sham, dummy vibration. *p*⁺, Wilcoxon; *p*-value, Mann–Whitney; * statistically significant result.

There was a reduction in blood flow in the WBV group after the intervention, but there was only a statistically significant reduction in the left tibial artery, from 27.1 m/s (± 25.36) to 20.5 m/s (± 19.66), $p = 0.01$. In the sham group, there was only a reduction in flow velocity in the left dorsal artery and an increase in all other evaluated arteries. However, none of them had a statistically significant difference, just as there was no statistically significant difference between the groups in this variable. A low effect size was also observed for this variable. The complete analysis of blood flow velocity is detailed in Table 3.

Table 3. Analysis of mean blood flow velocity in m/s (and standard deviation) before and after intervention (intra and intergroup) and effect size.

Variables	WBV			Sham			Effect Size	<i>p</i> -Value
	Before	Post	<i>p</i> ⁺	Before	Post	<i>p</i> ⁺		
Right dorsal artery	29.3 (± 25.79)	23.4 (± 24.61)	0.31	27.9 (± 29.14)	29.3 (± 25.79)	0.81	-0.23	0.61
Left dorsal artery	24.6 (± 21.65)	20.3 (± 20.25)	0.37	26.8 (± 23.58)	23.8 (± 21.21)	0.13	-0.17	0.71
Right tibial artery	23.1 (± 25.92)	21.4 (± 23.68)	0.58	21.3 (± 24.76)	23.2 (± 26)	0.06	-0.07	0.87
Left tibial Artery	27.1 (± 25.36)	20.5 (± 19.66)	0.01 *	24 (± 26.24)	27.2 (± 25.42)	0.69	-0.26	0.52

Abbreviations: WBV, whole-body vibration; sham, dummy vibration. *p*⁺, Wilcoxon; *p*-value, Mann–Whitney; * statistically significant result.

4. Discussion

In the present study, in both groups (WBV and sham), there was a reduction in skin temperature and blood flow velocity, corroborating previous studies. Fujiwara et al. (2000) evaluated 61 diabetic participants and 16 healthy subjects, and they reported that basal skin temperature in diabetic patients was significantly lower than in healthy patients, in addition to lower temperature variation and recovery after intervention. These findings agree with the present study, where there was little variation in some of the evaluated points and, in some of them, the temperature remained constant [10]. According to Uccioli et al. (1994), this fact can be explained by the dilation of arteriovenous anastomoses and reduced blood supply in the capillaries due to autonomic neuropathy [11].

The study by Kistler et al. (1998) inferred that capillary blood flow and blood pressure are lower in autonomic diabetic neuropathy because the anatomical walls are larger, directing flow and damaging peripheral sympathetic nerves. This promotes a slow recovery of skin temperature, justifying the smallest temperature variation in the present study [24].

Manimmanakorn et al. (2017) performed a study with a vibratory platform with 36 diabetic participants, of which 17 were trained on the platform for 12 weeks and 19 participants maintained their daily activities only. Reductions in peak systolic velocity and diastolic pressure were noticed in the WBV group, but without significant difference from the control group. In the present study, although no peak systolic velocity and diastolic pressure were evaluated, we observed a reduction in which there was a reduction in blood flow velocity in the evaluated arteries. This finding can be explained by the possible vibration-induced dilation of the smaller blood vessels present in the muscles, reducing peripheral vascular resistance by inhibiting endothelin, an important vasoconstrictor [25].

Saudoudi et al. (2013) evaluated 40 diabetics, 20 of whom underwent 12 weeks of whole-body vibration training, and reported increased blood flow velocity after 12 weeks of intervention, with a significant difference compared with the control group. This divergence in the results found in relation to the present study is possibly due to the accomplishment of a training program over a long period of time, enhancing the effects of vibration and promoting long-term results, which may not be the case in the first session of the study training [8].

Bagavathiappan et al. (2010) analyzed 112 patients diagnosed with type 2 diabetes through thermographic images of the plantar region, correlating the presence of diabetic neuropathy and the cutaneous temperature of these individuals. Higher values of mean and global foot temperature were found in patients with neuropathy, in addition to a positive correlation with temperature in the hallux regions, bilaterally. This finding may be justified by neuropathic feet being warm, with palpable pulses

and distended veins, indicating increased blood flow, although slow, and possible congestion in this region [26].

Due to the neurovascular lesions triggered by hyperglycemia, as well as the response to lesions or infections, the vascular response of these individuals is slower, making them more susceptible to ulcer development and possible long-term necrosis and amputation. Thus, due to the increase in skin temperature after the use of WBV, it is plausible to think that the use of this equipment may be beneficial for the vascular maintenance of these individuals, and thermographic monitoring is an ally in the maintenance of these patients' lesions [26]. The findings cited are discordant with the present study.

However, Moreira-Marconi et al. (2019) evaluated 19 healthy subjects and reported a reduction in skin temperature in most participants, regardless of the frequency used in WBV (0 Hz, 30 Hz, and 50 Hz). This reduction can be explained by the fast and constant isometric muscle action that promotes work and increases the body's metabolic rate, increasing intramuscular temperature, modifying the thermal balance, activating the feedback-mediated heat loss mechanism. This change leads to redirection of blood flow from inactive to active areas. Then, during vibration, blood flow redistributes to the periphery, allowing heat exchange with the external environment, cooling the skin, and causing blood to flow to the lower-temperature muscle regions, thus preventing hyperthermia and maintaining homeostasis [27].

In addition, a larger blood supply is needed in the recruited musculature, requiring greater blood supply, initially diverting from adjacent peripheral areas. Under these conditions, a vasoconstrictor response induced by the mechanical action of vibration occurs, promoting a reduction in peripheral perfusion, and reducing the local skin temperature [26]. The above findings of the study corroborate the results found in the present study.

WBV training is an exercise program that does not increase excessive physical effort to the skeletal muscle system compared to conventional exercise. Mastering this training with WBV can help with choosing the most appropriate training program for older adults with type 2 diabetes.

5. Conclusions

Immediately following a full-body vibration session, peripheral skin temperature and lower-limb blood flow tend to be reduced in older adults with type 2 diabetes. However, from the design of study developed, we cannot infer the maintenance of this effect in the medium and long term.

6. Study Limitations

As this clinical trial was a pilot with a small number of participants, this study can serve as a basis for sample size estimation in future studies, taking into account the trends pointed out in the results presented. No condition in the metabolic control of diabetes was considered because it was a single-session study, given that glycated hemoglobin is the average glycaemia in the last 3–4 months. An increase in the sample size and a higher male presence (balanced gender repartition) in a future study should be considered to infer more robust results.

Author Contributions: Conceptualization, L.C.d.O.P., K.F.P.A. and M.d.G.R.d.A.; data curation, D.W.V. and A.P.d.L.E.; formal analysis, W.S.L. and S.L.C.; funding acquisition, M.d.G.R.d.A. and M.R.G.; Investigation, F.T.M.R., G.B.A., T.V.M. and L.C.d.O.P.; methodology, L.C.d.M., L.C.d.O.P., K.F.P.A., F.T.M.R., T.V.M., L.C.L., A.P.d.L.E., D.W.V., W.S.L. and M.d.G.R.d.A.; project administration, M.R.G., L.C.d.L. and M.d.G.R.d.A.; writing-original draft, L.C.d.O.P., K.F.P.A., G.B.A. and M.d.G.R.d.A.; writing-review and editing, K.F.P.A., S.L.C., R.T. and M.d.G.R.d.A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) through financial support APQ No. 0337-13.

Conflicts of Interest: The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

References

- International Diabetes Federation IDF. IDF Atlas, Seventhedition, Brussels, Belgium. 2015. Available online: www.diabetesatlas.org (accessed on 10 November 2019).
- Cecilio, H.P.M.; Arruda, G.O.; Teston, E.F.; Santos, A.L.; Marcon, S.S. Comportamentos e comorbidades associados às complicações microvasculares do diabetes. *Acta Paul. Enferm.* **2015**, *28*. [CrossRef]
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Estratégias Para o Cuidado da Pessoa com Doença Crônica: Diabetes Mellitus*; Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica: Brasília, Brazil, 2013.
- Del Pozo-Cruz, J.; Alfonso-Rosa, R.M.; Uquia, J.L.; McVeigh, J.G.; Del Pozo-Cruz, B.; Sañudo, B. A Primary Care-Based Randomized Controlled Trial of 12-Week Whole-Body Vibration for Balance Improvement in Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2013**, *94*, 2112–2118. [CrossRef] [PubMed]
- Irvine, C.; Taylor, N.F. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: A systematic review. *Aust. J. Physiother.* **2009**, *55*, 237–246. [CrossRef]
- Sivanandam, S.; Anburajan, M.; Venkatraman, B.; Menaka, M.; Sharath, D. Medical thermography: A diagnostic approach for type 2 diabetes based on non-contact infrared thermal imaging. *Endocrine* **2012**, *42*, 343–351. [CrossRef]
- Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017-2018). São Paulo: Editora Clannad. 2017. Available online: <http://www.diabetes.org.br/profissionais/images/2017/diretrizes/diretrizes-sbd-2017-2018.pdf> (accessed on 10 November 2019).
- Sañudo, B.; Alfonso-Rosa, R.; De Pozo-Cruz, B.; De Pozo-Cruz, J.; Galiano, D.; E Figueroa, A. O treinamento de vibração do corpo inteiro melhora o fluxo sanguíneo das pernas e a adiposidade em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2013**, *113*, 2245–2252. [CrossRef]
- Silber, H.A.; Lima, J.A.; Bluemke, D.A.; Astor, B.C.; Gupta, S.N.; Foo, T.K.; Ouyang, P. Arterial reactivity in lower extremities is progressively reduced as cardiovascular risk factors increase: Comparison with upper extremities using magnetic resonance imaging. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2007**, *49*, 939–945. [CrossRef]
- Fujiwara, Y.; Inukai, T.; Aso, Y.; Takemura, Y. Thermographic measurement of skin temperature recovery time of extremities in patients with type 2 diabetes mellitus. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes* **2000**, *108*, 463–469. [CrossRef]
- Uccioli, L.; Mormile, F.; Monticone, G.; Mennuni, G.; Durola, L.; Menzinger, G.; Russo, F. Autonomic neuropathy influences great toe blood pressure. *Diabetes Care* **1994**, *17*, 284–287. [CrossRef]
- Sato, Y.; Nagasaki, M.; Kubota, M.; Uno, T.; Nakai, N. Clinical aspects of physical exercise for diabetes/metabolic syndrome. *Diabetes Res. Clin. Pract.* **2007**, *77* (Suppl. S1), S87–S91. [CrossRef]
- Chudyk, A.; Petrella, R.J. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care* **2011**, *34*, 1228–1237. [CrossRef]
- Okada, S.; Hiuge, A.; Makino, H.; Nagumo, A.; Takaki, H.; Konishi, H.; Goto, Y.; Yoshimasa, Y.; Miyamoto, Y. Effect of exercise intervention on endothelial function and incidence of cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *J. Atheroscler. Thromb.* **2010**, *17*, 828–833. [CrossRef] [PubMed]
- Bloor, C.M. Angiogenesis during exercise and training. *Angiogenesis* **2005**, *8*, 263–271. [CrossRef] [PubMed]
- Behboudi, L.; Azarbayjani, M.A.; Aghaallnejad, H.; Salavati, M. Effects of aerobic exercise and whole body vibration on glycaemia control in type 2 diabetic males. *Asian J. Sports Med.* **2011**, *2*, 83–90. [CrossRef]
- Regensteiner, J.G. Type 2 diabetes mellitus and cardiovascular exercise performance. *Rev. Endocr. Metab. Disord.* **2004**, *5*, 269–276. [CrossRef] [PubMed]
- Egger, A.; Niederseer, D.; Diem, G.; Finkenzeller, T.; Ledl-Kurkowski, E.; Forstner, R.; Pirich, C.; Patsch, W.; Weitgasser, R.; Niebauer, J. Different types of resistance training in patients with type 2 diabetes mellitus: Effects on glycemic control, muscle mass and strength. *Eur. J. Prev. Cardiol.* **2013**. [CrossRef] [PubMed]
- Machado, A.; Garcia Lupez, D.; Gonzalez Gallego, J.; Garstschea, N. Whole body vibration training increases muscle strength and mass in older women: A randomize controlled trial. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2010**, *20*, 200–207. [CrossRef] [PubMed]
- Lourenço, R.A.; Veras, R.P. Mini-Exame do Estado Mental: Características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Revista de Saúde Pública* **2006**, *40*, 712–719. [CrossRef]

21. Quesada, J.I.P.; Kunzler, M.R.; Carpes, F.P. Methodological aspects of infrared thermography in human assessment. In *Application of Infrared Thermography in Sports Science. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering*; Priego Quesada, J.I., Ed.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2017; pp. 49–67. [CrossRef]
22. Polidori, G.; Renard, Y.; Lorimier, S.; Pron, H.; Derrau, S.; Taiar, R. Medical Infrared Thermography assistance in the surgical treatment of axillary Hidradenitis Suppurativa: A case report. *Int. J. Surg. Case Rep.* **2017**, *34*, 56–59. [CrossRef]
23. Ammer, K. The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. *Thermol. Int.* **2008**, *18*, 125–144.
24. Kistler, A.; Mariauzouls, C.; Von-Berlepsch, K. Fingertip temperature as an indicator for sympathetic responses. *Int. J. Psychophysiol.* **1998**, *29*, 35–41. [CrossRef]
25. Manimmanakorn, N.; Manimmanakorn, A.; Phuttharak, W.; Hamlin, M.J. Effects of whole body vibration on glycemic indices and peripheral blood flow in type II diabetic patients. *Malays. J. Med. Sci.* **2017**, *24*, 55–63. [CrossRef] [PubMed]
26. Bagavathiappan, S.; Philip, J.; Jayakumar, T.; Raj, B.; Rao, P.N.; Varalakshmi, M.; Mohan, V. Correlation between plantar foot temperature and diabetic neuropathy: A case study by using an infrared thermal imaging technique. *J. Diabetes Sci. Technol.* **2010**, *4*, 1386–1392. [CrossRef] [PubMed]
27. Moreira-Marconi, E.; Moura-Fernandes, M.C.; Lopes-Souza, P.; Teixeira-Silva, Y.; Reis-Silva, A.; Marchon, R.M. Evaluation of the temperature of posterior lower limbs skin during the whole body vibration measured by infrared thermography: Cross-sectional study analysis using linear mixed effect model. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0212512. [CrossRef] [PubMed]



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**APÊNDICE E – EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
A SENSIBILIDADE E CIRCULAÇÃO PERIFÉRICA DE IDOSOS COM DIABETES
MELLITUS TIPO 2: ESTUDO PILOTO**

Capítulo 61

**EFEITO IMEDIATO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A
SENSIBILIDADE E CIRCULAÇÃO PERIFÉRICA DE IDOSOS COM
DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO PILOTO**

[DOI: 10.37423/200801087](https://doi.org/10.37423/200801087)

Kennedy Freitas Pereira Alves - kennedyfpa@hotmail.com

Thais Vitorino Marques - thaismarques@hotmail.com

Luana Caroline de Oliveira Parente - luana.parente00@gmail.com

Karla Cybele Vieira de Oliveira - karlacvo2003@yahoo.com.br

François Tales Medeiros Rodrigues - francoismedeirosfisiot@gmail.com

Antônio Geraldo Cidrão de Carvalho - gecidrao@yahoo.com.br

Maria de Fátima Alcântara Barros - fatimalcan@yahoo.com

Maria das Graças Rodrigues de Araújo - maria.raraudio@ufpe.br



Fisioterapia: princípios fundamentais

Resumo:

Objetivos: Avaliar o efeito de apenas uma sessão de vibração de corpo inteiro sobre o fluxo sanguíneo e sensibilidade cutânea periférica de idosos com diabetes mellitus tipo 2 (DM-2). **Método:** Estudo piloto de um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego onde o grupo treinamento de vibração de corpo inteiro (G1) realizou uma sessão única de treinamento de vibração de corpo inteiro (24Hz) com 8 séries de vibração por 45s de intervenção e 30s de repouso entre as séries de vibração; e o grupo "sham" ficou na mesma postura na Plataforma Vibratória desligada emitindo som simulando a plataforma ligada. Para avaliar o fluxo sanguíneo foi utilizado o Ultrasonic Vascular Doppler e a sensibilidade cutânea foi checada através dos monofilamentos. **Resultado:** Imediatamente após uma sessão de vibração de corpo inteiro, houve alteração estatisticamente significativa na sensibilidade dolorosa no dorso do pé esquerdo ($p = 0,03$) na análise intergrupo. Não havendo resultados significantes às sensibilidades cutâneas periféricas, vibratórias e térmicas. No que diz respeito à circulação periférica avaliada por meio do fluxo sanguíneo não foi encontrada variação estatisticamente significativa. No entanto, foi observado aumento do fluxo sanguíneo de ambos os grupos após intervenção. **Conclusão:** Uma sessão de vibração de corpo inteiro não produz resultados imediatos significativos na melhora da sensibilidade e fluxo sanguíneo quando comparado com o grupo controle.

Descritores: Diabetes Mellitus; Velocidade do Fluxo Sanguíneo; Vibração de Corpo Inteiro, Sensibilidade Cutânea, Pé Diabético.

Fisioterapia: princípios fundamentais

1. INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) configura-se como um problema de saúde pública em ascensão, apresentando elevada morbimortalidade e alto índice de complicações que geram consequências de cunho econômico, social e psicológico, além da diminuição da qualidade de vida dos doentes e seus familiares (Sociedade Brasileira de Diabetes, 2003).

O DM, à longo prazo, surgem complicações microvasculares, neuropáticas e macrovasculares, em que se destacam as doenças coronarianas, os acidentes vasculares cerebrais e as doenças vasculares periféricas. Além disso, o diabetes mal controlado favorece o desenvolvimento de complicações altamente incapacitantes, principalmente o pé diabético, a cegueira e a insuficiência renal crônica, impedindo as pessoas de continuarem realizando suas atividades diárias e laborais, com consequente alta ocupação de leitos e absenteísmo ao trabalho, pelas internações prolongadas e recorrentes (Ochoa-Vigo et al., 2006).

A utilização da vibração de corpo inteiro (VCI) tem se mostrado uma nova opção efetiva de intervenção segura, viável e prática para melhorar o controle glicêmico e os marcadores de riscos cardiovasculares de diabéticos do tipo 2 (Robinson et al., 2016).

O DM-2 apresenta dois efeitos prejudiciais à saúde dos pés: redução do fluxo sanguíneo nos membros inferiores e a neuropatia periférica que pode reduzir a sensibilidade das pernas e dos pés dos pacientes. A perda dessa sensibilidade pode provocar complicações causadas pelo diabetes. Uma avaliação dos pés diariamente é fundamental e desporta como uma relevante medida preventiva de complicações do DM-2 já que os machucados, as lesões normalmente não são sentidos. O cuidado com os pés ajuda a não só evitar infecções graves como também a reduzir o surgimento de úlceras que podem elevar o risco de amputações causadas pelo diabetes.

Este capítulo, portanto, tem como objetivo gerar conhecimento acerca da vibração de corpo inteiro e suas repercussões para portadores de diabetes mellitus tipo 2, no meio científico após avaliar o efeito de apenas uma sessão de vibração de corpo inteiro sobre o fluxo sanguíneo e sensibilidade cutânea periférica de idosos com diabetes mellitus tipo 2.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

- Tipo de Estudo:

Foi realizado um estudo piloto de um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego, que seguiu as diretrizes estabelecidas no Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT), tendo como alvo pacientes diagnosticados com DM-2.

Fisioterapia: princípios fundamentais

- Local do estudo:

O estudo foi realizado no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de julho de 2019 à janeiro de 2020.

- Recrutamento de voluntários:

O recrutamento dos voluntários foi obtido devido a ampla divulgação nas redes sociais, palestras, eventos científicos, folhetos, etc, e os mesmos foram instruídos a entrarem em contato com a equipe de pesquisa para receber informações e orientações do estudo. Após os voluntários atenderem aos critérios da pesquisa foram agendados e compareceram no dia e horário para realizarem a coleta e levarem roupas adequadas de modo a facilitarem a execução do estudo.

Foram incluídos no estudo diabéticos classificados clinicamente como tipo 2, de ambos os sexos com faixa etária entre de 45 e 80 anos, funcionalmente independentes, sem deformidades severas do pé que necessitassem o uso de calçados terapêuticos, ausência de deficiências ortopédicas, sem indicações de trombose venosa profunda e sem uso de auxiliares para locomoção, com capacidade cognitiva respondendo e executando os exercícios avaliados pelo Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), utilizando como ponto de corte para indivíduos analfabetos = 19 (Lourenço e Veras, 2006). Foram excluídos do estudo os voluntários que estivessem realizando outra atividade física, e descontinuados aqueles que apresentaram picos hipertensivos durante a intervenção ou que referiram algum desconforto durante a sessão que impossibilitou terminar o protocolo.

A randomização foi realizada por um pesquisador não envolvido em nenhuma etapa da pesquisa, utilizando-se da ferramenta oferecida pelo site www.randomization.com e a ordem dos participantes foi depositada em envelopes numerados, lacrados e opacos, os quais só foram abertos no momento da intervenção. Desse modo, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos: o treinamento de vibração de corpo inteiro (G1), treinamento de vibração "sham" (G2), e estabelecida uma única sessão de tratamento para o G1 e o G2. Todos os participantes foram submetidos à uma avaliação inicial e final.

Os voluntários recrutados atendiam aos critérios de elegibilidade e os que concordaram em participar da pesquisa assinaram ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o que ocorria após uma explicação sobre as intenções da pesquisa, os possíveis benefícios, riscos e esclarecimentos de dúvidas.

- Coleta de dados:

Fisioterapia: princípios fundamentais

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos da UFPE N° de aprovação, 3.219.332, conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, registrado no www.clinicaltrials.gov (NCT04207853).

Após a investigação dos critérios de elegibilidade e assinatura do TCLE, foi iniciada a coleta de dados, conforme a respectiva ordem: Avaliação, Intervenção e reavaliação.

- Protocolo

Avaliação:

Os voluntários foram submetidos à aplicação do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) (Lourenço e Veras, 2006); em seguida, respondiam a ficha de anamnese, a qual questionava sobre o nome, idade, data de nascimento, sexo, tempo de diagnóstico, histórico familiar, estado civil, escolaridade, renda familiar per capita, lateralidade, etilismo, tabagismo, medicação em uso, histórico de quedas, outras enfermidades.

Os dados antropométricos peso e altura foram coletados na balança modelo MIC 200PPA (Micheletti Indústria e Comércio de Equipamentos EIRELI, São Paulo-SP, Brazil) com o voluntário em pé e o índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir do peso dividido pela altura ao quadrado (kg/m^2).

O voluntário era posicionado em decúbito dorsal e coletadas sua frequência cardíaca, medida em batimentos por minuto (bpm), sua saturação de oxigênio, em porcentagem (%), e em ambas utilizou-se o oxímetro de pulso digital Contec modelo CMS50M (Contec Medical System Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei Province, China), o qual foi colocado no segundo dedo do pé esquerdo do voluntário.

Permanecendo no mesmo posicionamento, decúbito dorsal, a sensibilidade cutânea periférica foi testada com o Kit Estesiômetro (Monofilamentos Semmes-Weinstein. Sorris-Bauru, Bauru, São Paulo-SP, Brasil), em que foi utilizado o monofilamento de 10 g (Veras et al., 2015). O estímulo foi feito na superfície plantar da 1^a, 3^a e 5^a falange distal, 1^a, 3^a e 5^a articulação metatarsofalangeana, lateral e medial do médiopé, no calcânhar e a no espaço entre a 1^a e 2^a articulação metatarsofalangeana no dorso dos pés do indivíduo e realizado em ambos os pés. Seguido o teste do monofilamento, foi testada a sensibilidade dolorosa com a agulha do martelo neurológico Buck MD (Md Material Hospitalar Ltda – Me, Salvador-BA, Brasil), bem como examinou-se a sensibilidade vibratória com o diapasão médico em alumínio com fixador 128 CPS prata – MD (Md Material Hospitalar Ltda – Me, Salvador-BA, Brasil) e avaliou-se a sensibilidade térmica com um tubo de ensaio acrílico transparente 18x150 mm com tampa rosqueável 25 ml CRALPLAST (CRAL ARTIGOS PARA LABORATORIO LTDA, Cotia-

Fisioterapia: princípios fundamentais

SP, Brazil) preenchido com água e congelado a 0 °C, todos esses últimos três testes foram feitos nos mesmos pontos em que foi feita a sensibilidade cutânea periférica.

Após coletar a sensibilidade cutânea periférica, foi pedido ao voluntário para ficar sentado e, assim, aferiu-se a sua pressão arterial com um esfigmomanômetro aneroide PREMIUM e estetoscópio adulto Rappaport Premium (Accumed-Produtos Médico-Hospitalares Ltda, Rio de Janeiro-RJ, Brazil), bem como foi coletada sua glicemia capilar com o monitor de glicose Accu-Chek Active GU (Roche Diabetes Care Ltda, São Paulo-SP, Brazil) e, por último, foi feita a medida do fluxo sanguíneo com o Ultrassom Vascular Doppler BV-620VP (Shenzhen Bestman Instrument Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, China).

Intervenção:

O protocolo de intervenção se deu após a avaliação em que os voluntários foram orientados a se posicionarem na plataforma vibratória Kikos P204-110v descalços em uma posição de agachamento de 100° (considerando 180° como extensão total do joelho), com os calcaneos apoiados sobre uma almofada de silicone, de modo que somente o antepé e o mediopé estariam em contato direto com a plataforma (DEL POZO-CRUZ et al., 2013). A plataforma, então, foi ligada para o grupo vibração de corpo inteiro (G1) com uma frequência de 24 Hz durante 45 segundos e 30 segundos de repouso, durante 8 vezes tanto a vibração quanto o repouso. Para o grupo sham (G2), a mesma postura foi adotada sobre a plataforma, no entanto, um dispositivo sonoro foi ligado produzindo um ruído similar ao da plataforma ligada durante um tempo equivalente ao do protocolo de tratamento.

Reavaliação:

Com o fim do protocolo de intervenção, a reavaliação sucedeu-se com a coleta da frequência cardíaca, da saturação de oxigênio, da sensibilidade cutânea periférica, da pressão arterial, da glicemia capilar e do fluxo sanguíneo.

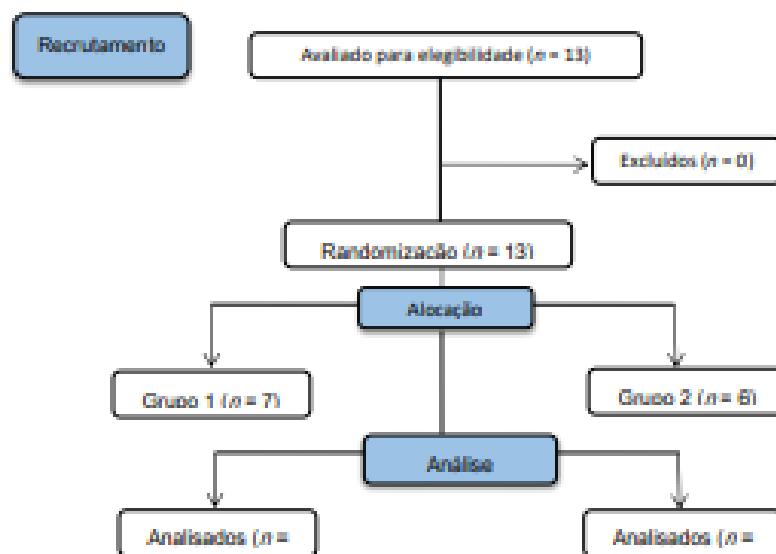
- Análise dos resultados

Os dados coletados foram tabulados no programa Microsoft Excel 2013, apresentados de forma descritiva e através de tabelas.

A análise estatística foi realizada no software estatístico SPSS versão 23.0 (IBM Software Group, Chicago, IL, EUA). Para testar a hipótese de normalidade de cada variável quantitativa, foi utilizado o teste de aderência Shapiro - Wilk, e o comportamento das variáveis quantitativas foi avaliado pelo teste de comparação de Mann - Whitney e Wilcoxon para a análise inter e intragrupo, respectivamente.

O tamanho do efeito foi calculado pelo G de Hedges. Um tamanho de efeito de 0,2 foi considerado um efeito pequeno, um tamanho de efeito de 0,5 foi considerado um efeito moderado e

Fisioterapia: princípios fundamentais



um tamanho de efeito de 0,8 foi considerado um efeito grande. A análise estatística descritiva foi realizada utilizando a média, desvio padrão (DP) e porcentagem para variáveis qualitativas. Todos os testes receberam um nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram recrutados 13 idosos voluntários com diabetes mellitus tipo 2, em que todos atenderam aos critérios de elegibilidade e foram randomizados em dois grupos (G1: n = 7; G2: n = 6), conforme Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de captação e alocação dos voluntários do estudo. Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A avaliação incluiu a anamnese, coleta dos sinais vitais e do questionário de atividade física habitual sendo, portanto, os grupos homogêneos entre si em relação a estas variáveis, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da amostra dos pacientes submetidos a VCI e ao SHAM.

Variáveis	VCI G1 (n = 7)	SHAM G2 (n = 6)	p -valor
Idade (anos)	66,86 ($\pm 6,44$)	67,17 ($\pm 4,17$)	
Tempo de Diagnóstico (anos)	11,71 ($\pm 8,01$)	11,33 ($\pm 9,63$)	0,94

Fisioterapia: principios fundamentais

Sexo			
Masculino	28,6%	-	0,15
Feminino	71,4%	100%	
Tabagista			
Sim	-	-	
Não	85,7%	83,3%	0,91
Ex-tabagista	14,3%	16,7%	
Fumante passivo	-	-	
Dados antropométricos			
IMC	29,45 ($\pm 3,19$)	26,02 ($\pm 4,96$)	0,16
Escolaridade			
Analfabeto	-	-	
Fundamental	14,3%	-	
Incompleto	14,3%	33,3%	
Fundamental completo	-	33,3%	0,36
Médio incompleto	42,9%	33,3%	
Médio completo	14,3%	-	
Superior incompleto	-	-	
Superior completo	14,3%	-	
Pós-Graduado	-	-	
Estado Civil			
Solteiro (a)	42,9%	16,7%	
Casado (a)	42,9%	66,7%	0,58
Divorciado (a)	-	-	
Viúvo (a)	14,3%	16,7%	
Renda Familiar per capita			
< 1 SM	-	-	
1 a 3 SM	57,1%	100%	0,07
4 a 6 SM	42,9%	-	
> 7 SM	-	-	
Pressão Arterial			

Fisioterapia: princípios fundamentais

PAS	120 ($\pm 14,14$)	120 ($\pm 12,65$)	1,00
PAD	82,86 ($\pm 7,56$)	83,33 ($\pm 5,16$)	0,90
Glicemia Capilar	179,14 ($\pm 60,12$)	155,67 ($\pm 36,03$)	0,42
SPO2	97,29 ($\pm 1,38$)	97,50 ($\pm 1,38$)	0,78
Frequência Cardíaca	73 ($\pm 10,08$)	76 ($\pm 11,15$)	0,62
QAFH	8,27 ($\pm 1,21$)	8,17 ($\pm 1,18$)	0,88

Os dados são expressos como média (\pm desvio padrão) ou frequência absoluta (frequência relativa).

Abreviaturas – IMC: Índice de massa corpórea; SM: salário mínimo; SPO2: saturação periférica de oxigênio; QAFH: questionário de atividade física habitual; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Imediatamente após uma sessão de vibração de corpo inteiro, houve alteração estatisticamente significativa na sensibilidade dolorosa no dorso do pé esquerdo ($p = 0,03$) na análise intergrupo, conforme a Tabela 2. Com relação às sensibilidades cutânea periférica, vibratória e térmica não houve variações estatisticamente significativas. O estudo de Scheele et al. (2012) analisou a sensibilidade vibratória dos pés após uma sessão de vibração de corpo inteiro em 30 jovens saudáveis, em que a VCI não foi capaz de melhorar a sensibilidade vibratória plantar, achado este que está de acordo com o do presente estudo embora apresente população diferente. Isso porque estímulos de grande similar, ou seja, o uso de frequências altas reduz a sensibilidade plantar.

No estudo de Sonza et al. (2013), foram avaliadas as sensibilidades cutânea periférica e vibratória em 20 indivíduos saudáveis após uma sessão de vibração de corpo inteiro de 10 minutos e como resultado não obteve melhora estatisticamente significativa nessas variáveis, o que também se verifica no presente estudo. Ainda segundo Sonza et al. (2013) essa questão pode ser explicada também pelo tempo de recuperação que os receptores sensoriais levam para voltar aos níveis basais após uma sessão de vibração de corpo inteiro é de aproximadamente 2,5 horas.

Tabela 2: Análise percentual da sensibilidade dolorosa alterada antes e após intervenção (intra e intergrupos).

Variáveis	VCI		SHAM		χ^2	p - valor pré	χ^2	p - valor pós
	Pré	Pós	Pré	Pós				

Fisioterapia: princípios fundamentais

Hálux direito	42,9%	-	33,3%	16,7%	0,12	0,73	1,26	0,26
				%				
Hálux esquerdo	14,3%	-	16,7%	16,7%	0,01	0,91	1,26	0,26
				%				
Terceiro dedo direito	57,1%	28,6%	33,3%	%	0,74	0,39	0,03	0,85
				%				
Terceiro dedo esquerdo	28,6%	14,3%	33,3%	33,3%	0,03	0,85	0,01	0,91
				%				
Quinto dedo direito	57,1%	42,9%	33,3%	16,7%	0,74	0,39	0,12	0,73
				%				
Quinto dedo esquerdo	28,6%	28,6%	16,7%	%	0,26	0,61	0,63	0,43
				%				
Primeiro Metatarso direito	42,9%	42,9%	33,3%	50%	0,12	0,73	0,12	0,73
				%				
Primeiro Metatarso esquerdo	71,4%	14,3%	50%	16,7%	0,63	0,43	0,01	0,91
				%				
Terceiro metatarso direito	42,9%	28,6%	50%	33,3%	0,07	0,80	0,26	0,61
				%				
Terceiro metatarso esquerdo	57,1%	-	23,3%	23,3%	0,74	0,39	1,26	0,26
				%				
Quinto metatarso direito	42,9%	28,6%	16,7%	16,7%	1,04	0,31	0,03	0,85
				%				
Quinto metatarso esquerdo	28,6%	14,3%	16,7%	16,7%	1,04	0,31	0,01	0,91
				%				

Fisioterapia: princípios fundamentais

A circulação periférica avaliada por meio do fluxo sanguíneo não demonstrou variação estatisticamente significativa, bem como houve baixo tamanho do efeito para a artéria dorsal direita, conforme Tabela 3. No entanto, o fluxo sanguíneo de ambos os grupos aumentou após intervenção, o que é verificado também no estudo de Alves et al. (2020) em que avaliaram 20 idosos com diabetes tipo 2, os quais foram expostos a uma sessão única de vibração de corpo inteiro e em todas as artérias houve aumento do fluxo sanguíneo. No entanto, nas artérias dorsal e tibial esquerdas do estudo de Alves et al. (2020), houve uma redução estatisticamente significativa, achado este que não corrobora os apresentados neste estudo.

Manimmanakorn et al. (2017) verificaram em seus estudos com 36 participantes que foram submetidos a plataforma vibratória, dos quais 17 foram treinados na plataforma durante 12 semanas e 19 participantes apenas mantiveram suas atividades cotidianas. Apesar de encontrarem um redução no pico de velocidade sistólica e na pressão diastólica no grupo VCI, não houve diferença significativa comparado com o grupo Controle.

Tabela 3: Análise da média da velocidade do fluxo sanguíneo em m/s (e desvio padrão) antes e depois a intervenção (intra e intergrupo) e tamanho do efeito.

Variáveis	VCI			SHAM			Tamanho do efeito	INTER. <i>p</i>
	Pré	Pós.	<i>p</i>	Pré	Pós.	<i>p</i>		
Fluxo sanguíneo (m/s)								
Artéria dorsal direita	104,94 (±28,00)	116,76 (±25,56)	0,73	110,47 (±39,49)	117,69 (±29,85)	0,75	0,01	0,94
Artéria dorsal esquerda	106,78 (±30,20)	120,59 (±30,71)	0,50	106,08 (±35,31)	108,03 (±17,09)	0,75	-0,46	0,44
Artéria tibial direita	102,91 (±26,03)	106,92 (±32,24)	1,00	92,24 (±26,11)	103,31 (±25,34)	0,34	-0,11	1,00
Artéria tibial esquerda	98,54 (±29,93)	116,18 (±32,64)	0,31	110,52 (±47,41)	113,70 (±34,49)	0,91	-0,07	0,84

Os dados são expressos como média (desvio-padrão). Abreviaturas – VCI: vibração de corpo inteiro; SHAM: vibração fictícia; m/s: metro por segundo; *p* (*p* valor); Tamanho do Efeito: G de Hedges. Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

4. CONCLUSÃO

Uma sessão de vibração de corpo inteiro não produz resultados imediatos significativos na melhora da sensibilidade e fluxo sanguíneo quando comparado com o grupo controle.

Fisioterapia: princípios fundamentais

S. REFERÊNCIAS

- ALVES, KFP. et al. Immediate Effect of Whole-Body Vibration on Skin Temperature and Lower-Limb Blood Flow in Older Adults with Type 2 Diabetes: Pilot Study. *Applied Sciences*. 2020; 10 (2): 7-8.
- DEL POZO-CRUZ, J. et al. A primary care-based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013; 94 (11): 2112-2118.
- LOURENÇO, RA., VERAS, RP.. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Revista de Saúde Pública*. 2006;40:712-9.
- MANIMMANAKORN, N., MANIMMANAKORN, A., PHUTTHARAK, W., HAMUN, MJ. Effects of whole body vibration on glycemic indices and peripheral blood flow in type II diabetic patients. *Malays J Med Sci*. 2017;24(4): 55-63.
- OCHOA-VIGO, K., TORQUATO, MT., SILVÉRIO, IA., QUEIROZ, FA., DE LA TORRE-UGARTE-GUANILLO, MC., PACE, AE. Caracterização de pessoas com diabetes em unidades de atenção primária e secundária em relação a fatores desencadeantes do pé diabético. *Acta Paul Enferm*. 2006;19(3):296-03. doi:10.1590/S0103-21002006000300007.
- ROBINSON, CC., BARRETO, RPG., SBRUZZI, G., PLENTZ, RDM. The effects of whole body vibration in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Brazilian J Phys Ther [Internet]*. 2016;20(1):4-14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26578253>
- SCHLEE, G.; RECKMANN, D.; MILANI, TL. Whole body vibration training reduces plantar foot sensitivity but improves balance control of healthy subjects. *Neuroscience Letters*. 2012; 506 (1): 70-73.
- Sociedade Brasileira de Diabetes. Consenso brasileiro sobre diabetes 2002: diagnóstico e classificação do diabetes melito e tratamento do diabetes melito do tipo 2. Rio de Janeiro: Diaphanic; 2003.
- SONZA, A. et al. Human cutaneous sensors on the sole of the foot: Altered sensitivity and recovery time after whole body vibration. *Neuroscience Letters*. 2013; 533: 81-85.
- VERAS, T C ; ROCHA, LRM ; AMARAL, CP ; MENDONCA, HCS ; NASCIMENTO, LSG ; CAMPOS, SL ; ARAUJO, MGR. Associação entre Força Muscular e Sensibilidade Plantar em Pacientes Diabéticos: Um Estudo Transversal. *Saúde e Pesquisa (Online)*. 2015; 8:525.

ANEXO A - Mini Exame do Estado Mental (MEEM)

Orientação temporal (5 Pontos)	Qual a hora aproximada? (considere a variação de mais ou menos uma hora)	1
	Em que dia da semana estamos?	1
	Que dia do mês é hoje?	1
	Em que mês estamos?	1
	Em que ano estamos?	1
Orientação espacial (5 Pontos)	Em que local estamos?	1
	Que local é esse aqui?	1
	Em que bairro nós estamos ou qual é o endereço daqui?	1
	Em que cidade nós estamos?	1
	Em que estado nós estamos?	1
Registro (3 Pontos)	Repetir: CARRO, VASO, TIJOLO.	3
Atenção e cálculo (5 Pontos)	Subtrair: $100-7= 93-7= 86-7= 79-7= 72-7= 65$. Soletrar a palavra MUNDO de trás para frente.	5
Memória de evocação (3 Pontos)	Quais os três objetos perguntados anteriormente?	3
Nomear 2 objetos (2 Pontos)	Nomear dois objetos mostrados.	2
Repetir (1 Ponto)	Nem aqui, nem ali, nem lá.	1
Comando de estágios (3 Pontos)	Apanhe está folha de papel com a mão direita, dobre-a ao meio e coloque-a no chão.	3
Escrever uma frase completa (1 Ponto)	Escrever uma frase que tenha sentido.	1
Ler e executar (1 Ponto)	Mostre a frase escrita: FECHE OS OLHOS.	
Copiar diagrama (1 Ponto)	Copiar dois pentágonos com interseção. 	1

Total:

ANEXO B - QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL

Questionário de Atividade Física Habitual (QAFH) – Nos últimos 12 meses

- 1) Qual a sua ocupação principal? _____
- 2) No trabalho, eu fico sentado:
 Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre
- 3) No trabalho, eu fico em pé:
 Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre
- 4) No trabalho, eu ando:
 Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre
- 5) No trabalho, eu levanto objetos pesados:
 Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre Muito frequentemente
- 6) Depois do trabalho, eu me sinto cansado:
 Muito frequentemente Frequentemente Às vezes Raramente Nunca
- 7) No trabalho, eu suo:
 Muito frequentemente Frequentemente Às vezes Raramente Nunca
- 8) Em comparação com o trabalho de outras pessoas da minha idade, o meu trabalho é fisicamente:
 Muito mais pesado Mais pesado Igualmente pesado Mais leve Muito mais leve
- 9) Você pratica exercício físico? Sim Não
 Se sim:
 Qual exercício você pratica mais frequentemente? _____
 Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____
 Quantos meses por ano? _____
 Se você pratica um segundo exercício físico:
 Qual exercício? _____
 Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____
 Quantos meses por ano? _____

- 10) Em comparação com outras pessoas da minha idade, minha atividade física durante os momentos de lazer é:
- () Muito maior () Maior () Igual () Menor () Muito menor
- 11) Durante os momentos de lazer, eu sou:
- () Muito frequentemente () Frequentemente () Às vezes () Raramente () Nunca
- 12) Durante os momentos de lazer, eu pratico exercícios físicos:
- () Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre
- 13) Durante os momentos de lazer, eu assisto à televisão:
- () Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre
- 14) Durante os momentos de lazer, eu ando:
- () Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre
- 15) Durante os momentos de lazer, eu ando de bicicleta:
- () Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre () Muito frequentemente
- 16) Quantos minutos você caminha e/ou anda de bicicleta por dia para ir ou voltar do trabalho, escola e shopping? _____

**ANEXO C - QUESTIONÁRIO DOS CONHECIMENTOS NA DIABETES – VERSÃO
ORIGINAL DE 35 ITENS**

DIMENSÕES	ITENS	RESPOSTAS
IDENTIDADE	1.A diabetes é definida por ter açúcar a mais no sangue	[] S / [] N / () NS
	2.A diabetes é definida por a pessoa ter muita sede	[] S / [] N / () NS
	3.A diabetes é definida por o nosso corpo produzir sempre insulina a mais	[] S / [] N / () NS
	4.A diabetes é definida por haver perda rápida de peso	[] S / [] N / () NS
CAUSAS	1.A diabetes pode ser causada por comer muitos doces	[] S / [] N / () NS
	2.A diabetes pode ser causada por ter peso a mais	[] S / [] N / () NS
	3.A diabetes pode ser causada por fazer uma alimentação pouco saudável	[] S / [] N / () NS
	4.A diabetes pode ser causada por ter pouca atividade física	[] S / [] N / () NS
	5.A diabetes pode ser causada por ter familiares com diabetes	[] S / [] N / () NS
	6.A diabetes pode ser causada por não descansar o suficiente	[] S / [] N / () NS
DURAÇÃO	1.A diabetes é uma doença que dura pouco tempo	[] S / [] N / () NS
	2.A diabetes é uma doença que cura completamente, se o doente tomar a medicação receitada pelo médico	[] S / [] N / () NS
	3.A diabetes é uma doença que é de longa duração	[] S / [] N / () NS
	4.A diabetes é uma doença que vai durar para o resto da vida	[] S / [] N / () NS
	5.A diabetes é uma doença que aparece e desaparece	[] S / [] N / () NS
TRATAMENTO	1.No tratamento da diabetes uma alimentação saudável é tão importante como a medicação receitada pelo médico	[] S / [] N / () NS
	2.No tratamento da diabetes o diabético só deve comer 3 vezes por dia (ao pequeno almoço, almoço e jantar)	[] S / [] N / () NS
	3.No tratamento da diabetes normalmente tem que se tomar sempre a medicação receitada pelo médico	[] S / [] N / () NS
	4.No tratamento da diabetes é importante andar a pé (tipo marcha) diariamente e cerca de 20 minutos	[] S / [] N / () NS
	5.No tratamento da diabetes não se deve comer massas	[] S / [] N / () NS
LIMITAÇÕES	1.O doente diabético não pode fazer ginástica	[] S / [] N / () NS
	2.O doente diabético não pode nunca comer bolos	[] S / [] N / () NS
	3.O doente diabético não pode estar muitas horas sem comer	[] S / [] N / () NS
	4.O doente diabético não pode fazer viagens longas	[] S / [] N / () NS
CONTROLO	1.Para a doença não piorar deve praticar-se exercício físico várias vezes por semana	[] S / [] N / () NS
	2.Para a doença não piorar a quantidade de açúcar no sangue deve estar próximo dos valores normais	[] S / [] N / () NS
	3.Para a doença não piorar é importante vigiar a tensão arterial	[] S / [] N / () NS
	4.Para a doença não piorar é necessário fazer a picada no dedo para saber os valores de	[] S / [] N / () NS

DIMENSÕES	ITENS	RESPOSTAS
	açúcar no sangue	
	5.Para a doença não piorar os valores de açúcar no sangue devem estar muito baixos	[] S / [] N / () NS
	6.Para a doença não piorar é importante avaliar a acetona na urina	[] S / [] N / () NS
	1.Devido à diabetes, outros problemas de saúde podem acontecer só aos diabéticos que fazem injeções de insulina	[] S / [] N / () NS
	2.Devido à diabetes, outros problemas de saúde podem causar doenças nos olhos	[] S / [] N / () NS
COMPLICAÇÕES	3.Devido à diabetes, outros problemas de saúde podem ser evitados ou atrasados se a doença for vigiada e bem controlada	[] S / [] N / () NS
	4.Devido à diabetes, outros problemas de saúde podem surgir sem o diabético dar por isso	[] S / [] N / () NS
	5.Devido à diabetes, outros problemas de saúde só podem ser tratados depois do doente ter notado sintomas ou sinais	[] S / [] N / () NS
RESULTADO		
SOMA DAS S + N		
SOMA DAS NS		
SCORE FINAL		