

UNIVERSIDADE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

PABLO NASCIMENTO FOLHA

Efeito crônico do alongamento estático ativo sobre a glicemia em diabéticos tipo 2

Chronic effect of active static stretching on blood glucose in type 2 diabetics

SÃO PAULO

2022

PABLO NASCIMENTO FOLHA

Efeito crônico do alongamento estático ativo sobre a glicemia em diabéticos tipo 2

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Artes,
Ciências e Humanidades da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Mestre
em Ciências pelo Programa de Pós-graduação
em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Atividade Física e Saúde

Prof. Dr. Reury Frank Pereira Bacurau

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Artes, Ciências e Humanidades,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)
Brenda Fontes Malheiros de Castro CRB 8-7012; Sandra Tokarevicz CRB 8-4936

Nascimento Folha, Pablo
Efeito crônico do alongamento estático ativo
sobre a glicemia em diabéticos tipo 2 / Pablo
Nascimento Folha; orientador, Reury Frank
Pereira
Bacurau. -- São Paulo, 2022.
54 p: il.
Dissertacao (Mestrado em Ciencias) - Programa
de
Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física,
Escola
de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade
de
São Paulo, 2022.
Versão corrigida
1. Diabetes mellitus. 2. Diabetes tipo 2. 3.
Alongamento. 4. Alongamento estático ativo . I.
Bacurau, Reury Frank Pereira, orient. II.
Título.

Nome: **FOLHA, Pablo Nascimento**

Título: Efeito crônico do alongamento estático ativo sobre a glicemia em diabéticos tipo 2

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:
Atividade Física e Saúde

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ **Instituição:** _____

Julgamento: _____ **Assinatura:** _____

Prof. Dr. _____ **Instituição:** _____

Julgamento: _____ **Assinatura:** _____

Prof. Dr. _____ **Instituição:** _____

Julgamento: _____ **Assinatura:** _____

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao mundo, esperando que tenha relevância na vida de quem dele possa usufruir. Que meus esforços e trabalho árduo para que isso tudo aconteça não sejam em vão.

AGRADECIMENTOS

Sempre em primeiro lugar a Deus por colocar pessoas no meu caminho que me ajudaram e por permitir que meus sonhos se tornassem realidade, sendo um deles esse trabalho.

Aos meus familiares por entenderem meu isolamento para me dedicar aos estudos.

Ao meu orientador pela paciência para responder meus questionamentos e ajudar na resolução de dúvidas.

Nada na vida é fácil, e foram dias difíceis de muita paciência e dificuldades superadas, deixo aqui essa marca para os próximos que forem ler, mostrando que depois de feito é lindo, mas antes tem muito esforço, dificuldades e paciência.

RESUMO

FOLHA, P.N. **Efeito crônico do alongamento estático ativo sobre a glicemia em diabéticos tipo 2.** 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física) – Escola de Artes, Ciências e humanidades, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2022.

O diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) é uma doença crônica e degenerativa cuja prevalência vem aumentando no mundo. Caracteriza-se por resistência à insulina em tecidos insulino-dependentes, tais como músculo esquelético e tecido adiposo. O alongamento estático ativo em específico, pode auxiliar no controle glicêmico através de duas vias, via metabólica AMPK independente de insulina e via por estresse mecânico RAC1, que tanto pode ser ativada dependente e independente a insulina. Uma das formas pouco exploradas de exercício na terapêutica do DMT2 é o alongamento. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do alongamento estático ativo sobre a glicemia de portadores de DMT2. O estudo contou com a participação de 29 voluntários, divididos em 3 grupos de modo randomizado formando os seguintes grupos: grupo alongamento de 30 (GA30) segundos com 10 participantes, grupo alongamento 45 (GA45) segundos com 10 participantes e o grupo controle (GC) com 9 participantes. Em primeiro momento, foi realizada uma análise mais ampla dos dados entre grupos, na análise das 8 semanas, grupos intervenção versus controle e grupos intervenção versus intervenção. Na junção das 8 semanas obteve-se os seguintes resultados, os grupos intervenções GA30 e GA45 segundos tiveram redução glicêmica significativa em comparação ao controle (controle Δ -7.9mg/dl, GA30 Δ 12,7mg/dl e GA45 Δ 18,5mg/dl com o P-valor $>0,001$) e entre grupos intervenção (GA30 e controle Δ 20.5mg/dl, P 0.0002443), GA45 e controle (Δ 26.4mg/dl, P 0,0000088) e GA45 e GA30 (Δ 5.8mg/dl e P 0.3838586) sendo não significativa. Assim, os resultados sugerem que, independentemente do tempo de aplicação, o alongamento estático ativo reduz a glicemia de portadores de DMT2 com a mesma eficácia que o efeito significativo na glicose (p valor $<0,05$). Já em uma análise dividida em 4 estágios representou um grupo e período, sendo que cada estágio (1º primeira e segunda semanas, 2º terceira e quarta semana, 3º quinta e sexta semana e 4º sétima e oitava semana) compete a uma análise de duas semanas. Os resultados obtidos foram os seguintes: GA30 (1º \neq 17.4 mg/dl, 2º \neq 5.8 mg/dl, 3º \neq 14.5 mg/dl e 4º \neq 8.9 mg/dl, entre pré e pós), GA45 (1º \neq 18.1 mg/dl, 2º \neq 17.0 mg/dl, 3º \neq 19.2 mg/dl e 4º \neq 20.0 mg/dl, entre pré e pós) e GC (1º \neq -10.4 mg/dl, 2º \neq -3.7 mg/dl, 3º \neq -11.4 mg/dl e 4º \neq -11.7 mg/dl, entre pré e pós), nessa interação entre o período de dois fatores (Grupo e Período) não apresentou efeito significativo. Por fim, uma análise descritiva do comportamento da glicose pré e pós-intervenção mostrando a variabilidade da glicemia durante o período. Foram realizadas 58 coletas por dia de intervenção, 174 coletas na semana e totalizando 1.392 coletas no decorrer de 8 semanas, pré e pós-intervenção de todos os grupos. Concluiu que o alongamento estático ativo reduz significativamente a glicemia de portadores de DMT2 tanto agudamente quanto cronicamente, quando comparado ao controle, não havendo significância entre os grupos GA30 e GA45.

Palavras-chave: Diabetes mellitus, Diabetes tipo 2, Alongamento, Alongamento estático ativo

ABSTRACT

FOLHA, P.N. **Chronic effect of active static stretching on blood glucose in type 2 diabetics.** 2022. Dissertation (Master in Physical Activity Sciences) - School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo - USP, São Paulo, 2022.

Type 2 diabetes mellitus (DMT2) is a chronic and degenerative disease whose prevalence is increasing worldwide. It is characterized by insulin resistance in insulin-dependent tissues, such as skeletal muscle and adipose tissue. Active static stretching, in particular, can help control glucose through two pathways, the insulin-independent AMPK metabolic pathway and the RAC1 mechanical stress pathway, which can be activated either insulin-dependently or insulin-independently. One of the unexplored forms of exercise in the treatment of T2MD is stretching. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of active static stretching on blood glucose levels in people with T2DM. The study had the participation of 29 volunteers, randomly divided into 3 groups: stretching group 30 (GA30) seconds with 10 participants, stretching group 45 (GA45) seconds with 10 participants, and the control group (CG) with 9 participants. In the first step, a broader analysis of the data between groups was performed in the 8-week analysis, intervention versus control groups, and intervention versus intervention groups. At the junction of the 8 weeks the following results were obtained, the intervention groups GA30 and GA45 seconds had significant glycemic reduction compared to the control (control Δ -7.9mg/dl, GA30 Δ 12.7mg/dl and GA45 Δ 18.5mg/dl with P-value >0.001) and between intervention groups (GA30 and control Δ 20.5mg/dl, P 0.0002443), GA45 and control (Δ 26.4mg/dl, P 0.0000088) and GA45 and GA30 (Δ 5.8mg/dl and P 0.3838586) being non-significant. Thus, the results suggest that, regardless of the time of application, active static stretching reduces blood glucose in DMT2 sufferers with the same effectiveness as the significant effect on glucose (p value <0.05). Already in an analysis divided into 4 stages represented a group and period, with each stage (1st first and second week, 2nd third and fourth week, 3rd fifth and sixth week and 4th seventh and eighth week) competes to a two-week analysis. The results obtained were as follows: GA30 (1st \neq 17.4 mg/dl, 2nd \neq 5.8 mg/dl, 3rd \neq 14.5 mg/dl and 4th \neq 8.9 mg/dl, between pre and post), GA45 (1st \neq 18.1 mg/dl, 2nd \neq 17.0 mg/dl, 3rd \neq 19.2 mg/dl and 4th \neq 20.0 mg/dl, between pre and post) and GC (1st \neq -10.4 mg/dl, 2nd \neq -3.7 mg/dl, 3rd \neq -11.4 mg/dl and 4th \neq -11.7 mg/dl, between pre and post), in this interaction between the two factor period (Group and Period) showed no significant effect. Finally, a descriptive analysis of pre- and post-intervention glucose behavior showing the variability of blood glucose during the period. There were 58 collections per day of intervention, 174 collections in the week and totaling 1,392 collections over the course of 8 weeks, pre- and post-intervention for all groups. It concluded that active static stretching significantly reduces blood glucose in DMT2 sufferers both acutely and chronically when compared to control, with no significance between groups GA30 and GA45.

Keywords: Diabetes mellitus, Diabetes type 2, Stretching, Static active stretching

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Alongamento dos flexores de joelho (isquiotibiais) | 27 |
| Figura 2 | Alongamento dos flexores de quadril e extensores de joelho (quadríceps) | 28 |
| Figura 3 | Alongamento dos rotadores externos do quadril (glúteo) | 29 |
| Figura 4 | Alongamento dos extensores de quadril e coluna (glúteo, multífido e iliocostais) | 30 |
| Figura 5 | Alongamento dos flexores de ombro e peitoral (deltoide anterior e peitoral maior) | 31 |
| Figura 6 | Alongamento dos adutores de ombro (porção posterior do deltoide) | 32 |
| Figura 7 | Alongamento dos flexores de ombro (deltoide) | 33 |
| Figura 8 | Alongamento dos extensores de cotovelo (tríceps braquial) | 34 |
| Figura 9 | Análise glicêmica capilar (mg/dl), entre dois fatores, Grupo x Período da diferença pré e pós-intervenção | 39 |
| Figura 10 | Análise diária da glicêmica capilar (mg/dl), 3 vezes por semana no período de 8 semanas, pré e pós o horário de intervenção do grupo controle (GC) | 40 |
| Figura 11 | Análise diária da glicêmica capilar (mg/dl), 3 vezes por semana no período de 8 semanas, pré e pós intervenção do grupo alongamento 30 segundos (GA30) | 40 |
| Figura 12 | Análise diária de coleta glicêmica capilar (mg/dl), 3 vezes por semana no período de 8 semanas, pré e pós intervenção do grupo alongamento 45 segundos (GA45) | 41 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Características antropométricas do grupo alongamento 30 segundos (GA30), grupo alongamento 45 segundos (GA45) e grupo controle (GC) 36
- Tabela 2- Valores de glicemia capilar (mg/dl) do grupo controle (GC), grupo alongamento 30 segundos (GA30) e grupo alongamento 45 segundos (GA45) 36
- Tabela 3- Comparação dos valores Δ entre o grupo de alongamento 30 segundos (GA30) e grupo controle (GC), grupo de alongamento 45 segundos (GA45) e grupo controle (GC) e entre o grupo alongamento 30 segundos (GA30) e o grupo alongamento 45 segundos (GA45) 37
- Tabela 4- Análise da diferença glicêmica capilar a cada duas semanas, do grupo alongamento 30 segundos (GA30), grupo alongamento 45 segundos (GA45) e grupo controle (GC) 38
- Tabela 5- Período de análise da glicêmica capilar (mg/dl), linha do tempo a cada duas semanas do grupo alongamento (GA30), grupo de alongamento (GA45) e grupo controle (GC) 39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------------|---|
| ATP | TRIFOSFATO DE ADENOSINA |
| DM | DIABETES MELLITUS |
| DMT1 | DIABETES MELLITUS TIPO 1 |
| DMT2 | DIABETES MELLITUS TIPO 2 |
| DNA | ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO |
| HbA1c | HEMOGLOBINA GLICADA |
| IDF | INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION |
| EROS | ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO |
| AGES | ADVANCED GLYCATION END-PRODUCTS |
| RAGE _s | RECEPTOR FOR ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS |
| NFKB | FATOR DE TRANSCRIÇÃO NUCLEAR KAPPA B |
| GLUT | TRANSPORTADORES DE GLICOSE |
| AVD | ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA |
| AIVD | ATIVIDADES INSTRUMENTAIS DE VIDA DIÁRIA |
| EACH | ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES |
| USP | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO |
| TCLE | TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, INFORMADO E ESCLARECIDO |
| GA30 | GRUPO ALONGAMENTO 30'' |
| GA45 | GRUPO ALONGAMENTO 45'' |
| GC | GRUPO CONTROLE |
| FNP | FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO | 18 |
| 2.1 | Exercício físico e captação de glicose | 19 |
| 2.2 | Alongamento e flexibilidade..... | 20 |
| 3 | OBJETIVOS | 22 |
| 4 | MÉTODOS E MATERIAIS | 23 |
| 4.1 | Materiais | 24 |
| 4.2 | Procedimento de coleta..... | 24 |
| 4.3 | Orientações pré-intervenção | 25 |
| 4.4 | Intensidade de treino | 25 |
| 4.5 | Treinamento de flexibilidade | 26 |
| 4.6 | Protocolo de exercícios | 26 |
| 4.7 | Exercícios | 26 |
| 5 | ANÁLISE ESTATÍSTICA | 35 |
| 6 | RESULTADOS | 36 |
| 7 | DISCUSSÃO | 42 |
| 8 | CONCLUSÃO | 49 |
| | REFERÊNCIAS | 50 |

1 INTRODUÇÃO

A existência da doença que viria a ser conhecida como diabetes mellitus (DM), já era apontada em registros médicos de 15 séculos a.C (antes de Cristo), tais como no papiro Ebers do antigo Egito. Mais tarde, um médico grego chamado Arateus (130-201 d.C.) cunhou o termo Diabetes para explicar o que ele acreditava ser a liquefação da carne e dos membros em urina, ou seja, a conversão de estados gasoso e sólido para o líquido, com isso, resultando em vida mais curta. Nota-se ainda a distinção entre Diabetes tipo 1 (DMT1) e tipo 2 Arateus fazia referência ao tipo 1 que se caracteriza por intenso catabolismo corporal a partir do momento em que o indivíduo perde a capacidade de produzir insulina (KAHN, 2009).

No entanto, a mais conhecida e com maior impacto na sociedade é o Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2). De acordo com a *International Diabetes Federation* (IDF), no ano 2000, estimava-se a existência de 151 milhões de adultos com DM no mundo. Nove anos depois, esse contingente aumentou em 88%. No último balanço, realizado em 2021, calculou-se a existência de cerca de 536 milhões de diabéticos no mundo com idades entre 20 e 79 anos. É bastante alarmante a projeção de 783 milhões de portadores de DM para o ano de 2045. Além disso, a IDF estima que 1 em cada 2 adultos com diabetes não são diagnosticados, totalizando cerca de 268 milhões de indivíduos que desconhecem serem portadores da doença.

No *Ranking* mundial, o Brasil está em quinto lugar entre os países com maior prevalência de DM, sendo o primeiro na América do Sul. Neste contexto, a última atualização do IDF (2021) estimou a existência de 15.7 milhões de brasileiros com diabetes com projeções até 2045 de 23.2 milhões de brasileiros com diabetes.

O DMT2 representa cerca de 90 a 95% da população diabética em comparação ao DMT1 com cerca de 5 a 10% dos casos (GURUDUT; ABEY, 2017; FERREIRA *et al.*, 2011). Os critérios para diagnóstico do DMT2 é a glicemia em jejum >126 mg/dl ou Hemoglobina glicada (HbA1c) $> 6,5\%$ ou teste de tolerância a glicose (TTG) > 199 mg/dl após duas horas (DIRETRIZES BRASILEIRA DE DIABETES, 2020).

A condição de pré-diabético é identificada com glicemia em jejum entre 100 e 125 mg/dl e ou HbA1c entre 5,7 e 6,4 e/ou teste de tolerância a glicose entre 140 e 198 mg/dl após duas horas (DIRETRIZES BRASILEIRA DE DIABETES, 2020).

O DMT2, engloba desordens metabólicas de múltiplas etiologias de complicações sistêmicas, classificadas microvasculares e macrovasculares por resistência à insulina (FERREIRA *et al.*, 2011; AGUIAR; DUARTE; CARVALHO, 2019; VIIGIMAA *et al.*, 2019). Tais complicações têm um risco aumentado de acordo com o estilo de vida que se conduz

(MORESCHII *et al.*, 2018; ROSA *et al.*, 2019; RUOPENG *et al.*, 2019;). A etiologia do DMT2 de resistência à insulina, também pode estar vinculada à genética.

A resistência à insulina é um processo de estimulação excessiva da secreção, em uma resposta negativa de sinalização dos músculos e tecido adiposo (FERREIRA *et al.*, 2011; MANCUS *et al.*, 2020) Neste contexto, o corpo cria uma resistência à insulina estabelecendo um círculo vicioso, de produção do hormônio que continua entre meses e anos até a apoptose total das células beta do pâncreas. Assim, com o avançar da doença pode haver necessidade de tratamento com insulina (LOPES *et al.*, 2012; GOMES *et al.*, 2019).

A resistência à insulina é o passo inicial do DMT2, que tem como consequência altos índices de mortalidade (AGUIAR; DUARTE; CARVALHO, 2019). A desordem metabólica acarreta grandes problemas, agrava todo o sistema do corpo por uma condição de estresse oxidativo, levando a complicações severas (GOMES *et al.*, 2019; HIRAKAWA *et al.*, 2019; IGHODARO, 2018).

Neste contexto, destaca-se o estado hiperglicêmico. O descontrole glicêmico crônico da doença é responsável por complicações ao nível celular, induzindo a uma intoxicação celular em tecidos não dependentes de insulina por excessos de glicose, aminoácidos e ácidos graxos livre circulantes, criando um desequilíbrio redox (GERMAN; MEZA; MORALES, 2020; HIRAKAWA *et al.*, 2019).

O estresse oxidativo acontece mediante desequilíbrio redox, um ambiente de sobreposição oxidativa perante a antioxidativa, o prolongamento desse processo de desequilíbrio redox compromete a secreção e ação da insulina, ocasionando o diabetes (IGHODARO, 2018).

De acordo com Ighodaro (2018), a exposição crônica de glicose e lipídeos contribui para alterações plasmáticas em relação ao padrão normal. O descontrole causa lesões no DNA, reduzindo ações antioxidantes elevando a ativação de citocinas inflamatórias, formando um círculo vicioso potencializando as vias de ativação de produção *Advanced Glycation End-products* (AGE) (Produtos de glicação avançada) (IGHODARO, 2018; HIRAKAWA *et al.*, 2019).

O AGE tem o poder de alterar a matriz extracelular produzindo mais espécies reativas de oxigênio (EROS) favorecendo ainda mais o estresse oxidativo, inibindo a produção de Trifosfato de adenosina (ATP) que induz a secreção, liberação e ação da insulina. As alterações no pâncreas reduzem a secreção e elevam a resistência da insulina adicionalmente, a presença do estresse oxidativo estimula ainda mais as vias de ativação AGE causando mais estresse oxidativo (DEO *et al.*, 2017; IGHODARO, 2018; HIRAKAWA *et al.*, 2019).

Segundo Deo *et al.*, (2017) a formação AGE circulante vem de um processo natural de envelhecimento por oxigênio e da ingestão alimentar, em casos como diabetes, este processo é aumentado por consequência de hiperglicemia. A glicação não enzimática ocorre por glicose, aumentando o processo de formação de AGEs que permanece elevada no plasma (DEO *et al.*, 2017; IGHODARO, 2018;).

Para Sorensen *et al.*, (2017), ligação AGE ao *Receptor for Advanced Glycation end Products* (RAGEs) (Receptor de produtos de glicação avançada) por sobrecarga de ligação ativa a via de transcrição nuclear kappa B (NF-kB) essa transcrição mobiliza respostas inflamatórias de macrófagos ligados aos adipócitos, um aumento de citocinas como TNF-alfa, interleucina 6, processos constantes do DMT2 (LIRA; MARTINS, 2014; YANG *et al.*, 2017; SILVA;).

Essa atividade inflamatória continua afetando todos os tecidos e estruturas locomotoras (ALMURDHI *et al.*, 2016; SORENSEN *et al.*, 2017). O processo inflamatório do DMT2, acarreta inflexibilidade musculoesquelética articular. A toxicidade por hiperglicemia afeta o colágeno do tecido conjuntivo, levando a sobreposição deste tecido nos tendões e cápsulas articulares, acelerando seu envelhecimento. Como resultado, há enrijecimento de tendões e redução da mobilidade (LUCENA *et al.*, 2010; ALMURDHI *et al.*, 2016).

O déficit de flexibilidade ocasiona dores constantes de coluna e ombros, limitação da marcha, fibrosamento da articulação do ombro e mãos (LUCENA *et al.*, 2010; ALMURDHI *et al.*, 2016; VASTAMÄKI; RISTOLAINEN; VASTAMÄKI, 2016; ACKERMAN *et al.*, 2017; COX *et al.*, 2020).

Algumas articulações são mais sensíveis tendo em vista o enrijecimento e regeneração diminuída dos tecidos articulares pelo estado hiperglicêmico e inflamatório causando dores. As articulações do ombro são as que mais sofrem com dores e limitações, têm sua classificação de ombro congelado, por ser uma articulação de grande amplitude de movimento (VASTAMÄKI; RISTOLAINEN; VASTAMÄKI, 2016; SORENSEN *et al.*, 2017).

As mãos sofrem perdas de sensibilidade fina, em grande parte é composta por pequenas articulações e tendões, que limita sua mobilidade e capacidade de manuseio (ACKERMAN *et al.*, 2017). Os tornozelos sofrem com instabilidade, atrofia muscular e déficits motores, sofrem alterações posturais e na marcha, deformidades e perda de mobilidade dos pés, sua junção entre tibia, fibula e talus são unidas por ligamentos e tendões compondo sua estrutura (ALMURDHI *et al.*, 2016).

Nota se que a grande maioria dessas articulações são de grandes amplitudes, sendo de maior prejuízo no diabetes, de modo geral, todas as articulações sofrem prejuízos de função (LUCENA *et al.*, 2010; ALMURDHI *et al.*, 2016; SORENSEN *et al.*, 2017; COX *et al.*, 2020).

A rigidez articular é a grande causadora de dores articulares, musculares e tendíneas, prejudicando de modo geral todo o corpo, principalmente partes de amplo grau de movimento (LUCENA *et al.*, 2010; ACKERMAN *et al.*; 2017; SORENSEN *et al.*, 2017; COX *et al.*, 2020).

As complicações musculoesqueléticas são menos valorizadas do que as demais complicações, por não afetarem diretamente o risco de vida, apenas sequelas físicas. As complicações musculares têm um comprometimento com a qualidade de vida do DMT2. A qualidade de vida é um termômetro que quantifica a saúde do idoso para que possa ter o mínimo de condições para seus cuidados próprios (MORESCHII *et al.*, 2018).

O controle glicêmico proporcionado pelo alongamento, tem a capacidade de preservar os níveis de flexibilidade e melhora da mobilidade do DMT2, por consequência, ocorrem melhoras significativas nos medidores de qualidade de vida.

A AVD (atividades da vida diária) representa o mínimo de condição para se manter em seu ambiente de casa, como higiene própria e local, alimentação e etc., já a AIVD (atividades instrumentais da vida diária) representa atividades realizadas extra ambiente de casa, como ir ao mercado, banco, locomoção e etc. (SANTOS; CAMPOS; FLOR, 2017). Tais benefícios reduzem o isolamento, sedentarismo, preservando a saúde mental e melhorando a qualidade de vida do portador da doença (ALVARENGA; PEREIRA; ANJOS, 2010; MARGARET *et al.*, 2015).

A melhora para executar essas rotinas depende de uma prática constante de atividade física, além de reduzir a fragilidade do DMT2 (LI GUOWEI *et al.*, 2019). Ao melhorar a flexibilidade é possível uma reorganização do sistema locomotor comprometido pela doença. A desordem no sistema locomotor muitas vezes é causadora de dores e perda temporária de função, ou mesmo a perda total de função, causando prejuízos em todo o sistema musculoesquelético.

Marques (2017) afirma que o controle glicêmico é importante, para isso são necessárias rotinas em consultas médicas e melhores hábitos de vida. Dentro desses novos hábitos se incluem exercícios físicos e alimentação saudável para obtenção de um melhor controle e acompanhamento da doença e um envelhecimento mais saudável.

A senescência por si só, é promotora de déficits motores, é um processo fisiológico natural que altera funções locomotoras e causa instabilidades de tempo espaço, força, tempo de reação e dores no corpo. Esses fatores fisiológicos naturais associados com DMT2 aceleram todos os processos de forma senil – alterações metabólicas com perda de força e flexibilidade, e está fortemente relacionada com o DMT2, apresentando problemas que comprometem a

qualidade de vida e independência do indivíduo. (ALVARENGA; PEREIRA; ANJOS, 2010; LUCENA *et al.*, 2010).

De acordo com Alvarenga, Pereira e Anjos (2010), a doença também causa dependência de terceiros para suas atividades cotidianas, como pegar algo acima da cabeça, abaixar, subir, muitas vezes causa mal-estar e sentimento de inutilidade reduzindo a autoestima e exclusão do convívio social. As atividades mais simples são passíveis de dores por perda de flexibilidade, limitando a amplitude dos movimentos, e para contornar essa situação o exercício físico é uma ferramenta essencial na manutenção e controle do DMT2.

Tanto a flexibilidade, alongamento, estiramento e mobilidade apresentam grande variações, não havendo um padrão de definições correto. No Brasil, a flexibilidade é levada como capacidade física e motora ampliando a necessidade de treinamento (ABDALLAH, 2007). Os termos utilizados são:

- a) Flexibilidade como capacidade física;
- b) Alongamento como exercícios.

Existem metodologias variadas de exercícios com determinado tempo de alongamento. O presente estudo trabalhou com exercícios de alongamento estático ativo. Os exercícios de alongamento estáticos ativos são movimentos individuais de tensão da musculatura escolhida até a percepção de uma resistência por tempo determinado sem ajuda de terceiros, ou seja, a pessoa realiza o movimento nela mesmo. O alongamento, mesmo sendo uma atividade de baixa intensidade, já favorece a redução da inatividade física.

A inatividade e dores são limitantes, e tendem a piorar o quadro do diabético, ainda mais com o modo de vida atualmente, altamente sedentário, por conta das facilidades tecnológicas apresentadas (AN *et al.*, 2019; CHIKOWORE *et al.*, 2021). Por exemplo, o efeito da globalização sobre os hábitos de vida está reduzindo a prática de exercício físicos por parte da população.

Além disso, uma alimentação não saudável tem reforçado a tendência ao sobrepeso/obesidade, resistência à insulina e diabético (MARQUES, 2017; SILVA, 2017; SUDESNA *et al.*, 2017; AN *et al.*, 2019; RUOPENG *et al.*, 2019; TAHERI *et al.*, 2019; CHIKOWORE *et al.*, 2021). Independentemente do efeito da globalização, os benefícios da atividade física se sobrepõem aos malefícios.

2 BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO

A prática do exercício físico é fundamental para o tratamento terapêutico não farmacológico de doenças crônicas não transmissíveis como o DMT2, tanto para tratamento quanto prevenção (MARGARET *et al.*, 2015; MORESCHII *et al.*, 2018). O exercício físico é um dos principais complementos do tratamento do DMT2, independentemente da modalidade, desde que se tenha condições para executá-las. Tais benefícios auxiliam na redução glicêmica por vias independentes à insulina, na captação de glicose (KIRWAN; SACKS; NIEUWOUDT, 2018).

Segundo Ferrari *et al.* (2019) e Albuquerque e Nunes (2019), existe uma via independente de insulina que é ativada durante o exercício para compensar a ausência da insulina, reduzir a resistência à insulina, aumentar a translocação de GLUT4.

Por meio do exercício é possível a ativação da proteína quinase dependente de AMP (AMPK) e via RAC1 por estresse mecânico. Ambas as vias melhoram a captação glicose, restauram a homeostase, aumentam a translocação do GLUT4 e sensibilidade da insulina nos tecidos hepáticos e musculares. Tais vias também estão envolvidas na inibição da produção hepática de glicose (DAY; FORD; STEINBERG, 2017; SYLOW *et al.*, 2017C; FERRARI *et al.*, 2019).

A musculatura esquelética tem grandes prejuízos com o comprometimento da translocação de glicose por deficiência insulínica. O músculo representa cerca de 40% da massa corporal e é responsável por um consumo energético em média de 30%, com esse consumo podendo ser maior em exercício, exercendo um papel fundamental no metabolismo de glicose, fazendo com que o indivíduo diabético se torne mais ativo, cujos resultados também se apresentam em forma de economia financeira com a redução de fármacos (LAGO *et al.*, 2019).

Deve-se considerar que, nem todos os diabéticos têm condições físicas de realizar uma simples caminhada, gozando dos benefícios positivos do exercício, que mesmo em situações limitantes ainda é necessário se exercitar. Porém, em alguns casos, dependendo da severidade da doença, pode ficar impossibilitado fisicamente e funcionalmente para práticas de atividades físicas (LUCENA *et al.*, 2010; TAHERI *et al.*, 2019,).

Desse modo, é fundamental manter o indivíduo diabético ativo com estratégias adaptativas de treinamento e aplicação, abrindo um leque de opções. Destacando-se o alongamento estático ativo que em comparação a outros tipos de exercícios, é uma opção, simples e fácil, que pode ser praticada em qualquer lugar possuindo custo zero.

2.1 EXERCÍCIO FÍSICO E CAPTAÇÃO DE GLICOSE

A iniciativa da opção do exercício de alongamento no trabalho, foi pensando nos casos mais graves e avançados de grande comprometimento funcional que podem ser trabalhados pelo simples gesto do alongamento estático ativo e com grande potencial na redução glicêmica através de duas vias de captação independentes de insulina AMPK e RAC1 (LUCENA *et al.*, 2010; SYLOW *et al.*, 2015A).

Na ativação da via AMPK, através do estresse metabólico ocasionado pelo exercício, há uma liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático para o citosol. A redução de ATP circulante inicia uma cascata bioquímica positiva (TATSUYA *et al.*, 1997; ALBUQUERQUE; NUNES, 2019).

O estresse metabólico causado pelo alongamento tem o poder de ativação da proteína quinase B, criando uma resposta extracelular mitogênica ativa, o estresse metabólico gerado pelo alongamento aumentando a estimulação de óxido nítrico liberado no músculo levando a uma isquemia ativando a enzima AMPK por deficiência em ATP, que é sensibilizada através da redução do fluxo de ATP durante o exercício físico, ou seja, baixa carga de energia celular, que aumenta a translocação do GLUT4 potencializando a metabolização de glicose circulante (ARNOLD; JOKE; DAVID, 2011; DAY; FORD; STEINBERG, 2017; ALBUQUERQUE; NUNES, 2019).

Para Cheng; Kujala (2012) e Van Dijk *et al.*, (2012), tal processo mantém o metabolismo ativo regulando a glicemia por até 24h após o exercício, além da via AMPK, tem-se a via RAC1 que é ativada por estresse mecânico sendo dependente e independente à insulina, ou seja, sua ativação vem através de contração mecânica de baixa intensidade (SYLOW *et al.*, 2015A; SYLOW *et al.*, 2016B).

A baixa intensidade do alongamento facilita ativação da captação de glicose via RAC1, aumentando a translocação do GLUT4 para captação de glicose pelo musculoesquelético, porém, tal via ainda não é bem compreendida. No entanto, com o mínimo de atividade é possível reduzir a glicose circulante, reduzindo as complicações causadas pela doença.

2.2 ALONGAMENTO E FLEXIBILIDADE

A doença DMT2 abre precedentes para complicações metabólicas com comprometimentos físicos, considerando um déficit de flexibilidade significativo se comparado ao não diabético (LUCENA *et al.*, 2010; TAHERI *et al.*, 2019).

Neste contexto, através do alongamento estático ativo obtém-se uma melhora na flexibilidade, além de redução da glicemia de modo agudo e crônico, já mostrado em estudos anteriores, Arnold *et al.*, (2011) mostraram uma redução glicêmica significativa em seu trabalho com apenas uma sessão de alongamento estático, comparado ao seu controle após ingestão alimentar. Park (2015) em seu estudo de 8 semanas e 3 vezes por semana com alongamento estático apresentou resultados significativos na hemoglobina glicada em comparação ao grupo controle.

Solomen *et al.*, 2015 seguiu o modelo de Arnold *et al.* porém comparando alongamento estático ativo verso passivo mostrando que ambos os métodos de alongamento são eficientes na redução da glicemia, mas com uma significância maior no alongamento estático passivo. Gurudut; Abey(2017) realizaram um comparativo interessante entre alongamento estático passivo versus treinamento resistido de modo agudo, os resultados mostram não haver diferença significativa entre 60 minutos de alongamento e 60 minutos de resistido. Arsianti; Parman; Lesmana(2018) realizaram um comparativo entre 30 minutos de eletroestimulação versus 30 minutos de alongamento estático passivo, em sessão aguda mostrando significância na redução glicêmica em ambos os modelos.

Saher; Aisha; Hossam(2019), realizou seu estudo de modo crônico comparando alongamento estático ativo verso passivo, mostrando que ambos são eficientes na redução da hemoglobina glicada e melhora da capacidade funcional. Taheri *et al.*, 2019 em seu estudo de modo crônico realizou um comparativo entre alongamento estático passivo verso simulação do movimento de alongamento sem tensão e mostrou uma significância na redução glicêmica em apenas 20 minutos de alongamento quando comparado ao grupo controle. Esses estudos mostram a eficiência do alongamento para o diabético independentemente de sua condição física.

Em algumas situações da doença a prática de atividades físicas torna-se impossibilitada, como o caso de diabéticos amputados, ampliando a importância do alongamento estático ativo, não considerando como barreira as amputações de membros inferiores para a prática de atividades físicas, mantendo o diabético fisicamente ativo, mesmo nessas condições.

Sabendo que o alongamento reduz a glicemia e melhora a flexibilidade, se faz pertinente reafirmar nesse estudo sobre a atividade de alongamento, que reduz a glicemia através de um modo mais prático por coletas capilares. O estudo buscou saber se havia diferenças entre protocolos de tempo, pois nos estudos anteriores todos trabalharam com os dois protocolos de tempo de 30 e 45 segundos.

3 OBJETIVOS

O presente estudo teve por objetivo geral, analisar a influência do alongamento sobre a glicemia do portador de DMT2. Como objetivo específico analisar se há diferença entre os protocolos de intervenção:

- a) Comparar o protocolo do Grupo alongamento 30 segundos com grupo controle;
- b) Comparar o protocolo do Grupo alongamento 45 segundos com grupo controle;
- c) Comparar entre os protocolos de tempo 30 e 45 segundos.

4 MÉTODOS E MATERIAIS

A pesquisa é um estudo longitudinal crônico, de metodologia experimental quantitativa em seres humanos, com abrangência à área da saúde clínica e física, analisando causa e efeito do alongamento com variável independente, sob a variável dependente glicemia. A seleção dos participantes contou com um critério de inclusão e exclusão, formado das seguintes condições;

- a) Critérios de inclusão: Morar na região leste de São Paulo, ter condições físicas e funcionais de se exercitar, não praticar quaisquer tipos de exercício físico nos últimos 5 meses que antecederam o estudo e glicemia abaixo < 300 mg/dl;
- b) Critérios de exclusão: Morar fora da região leste de São Paulo, estar praticando exercício físico regularmente há-5 meses, estar em período de gestação, estar incapacitado física e funcionalmente de se exercitar, glicemia descompensada > 300 mg/dl, osteopenia e osteoporose, deficiência mental, úlceras nos pés e com amputações dos membros.

Inicialmente contávamos com 43 participante no estudo, porém obtivemos uma perda amostral de 14 participantes. O estudo contou com 29 participantes de ambos os sexos (7 homens) e idade média de $61,5 \pm 6,6$ (anos). O tempo médio de diagnóstico da doença foi de $9,4 \pm 4,0$ (anos).

O estudo foi aprovado junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola de Artes Ciência e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) sob o número do CAAE 37570720.5.0000.5390.

Todos os participantes estavam de acordo com a pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), atestando ciência em todos os procedimentos experimentais adotados no presente estudo, e se prontificaram a comparecerem no local combinado para realização do experimento e as coletas.

Os participantes foram divididos em 3 grupos, sendo os dois grupos intervenção com 10 participantes cada e o controle 9 participantes. Os grupos de intervenção consistiram em um grupo de alongamento 30 segundos (GA30) e um grupo de alongamento 45 segundos (GA45). Os demais participantes foram alocados no grupo controle (GC) sem direcionamento a qualquer intervenção verbal ou física.

O trabalho foi realizado em um período de 8 semanas (dois meses), com 3 intervenções por semana em dias alternados (segunda, quarta e sexta), num total de 8 exercícios de alongamento estático ativo por sessão de treino. A intensidade de treino foi mensurada pela escala de Borg. Foram usados os testes de normalidade (Shapiro-Wilk Test), e homogeneidade das variâncias dos grupos (LEVENE, 1960).

Em seguida foi realizado a Análise de Variância - ANOVA (um fator) para os três grupos (GA30, GA45 e GC), considerando as médias da diferença (pré e pós- intervenção) e ANOVA (dois fatores), considerando os Grupos (GA30, GA45 e GC) e Período (a cada duas semanas) como fatores. O teste de Tukey foi usado para comparar dois grupos. O nível de significância usado em todos os testes estatísticos foi de 5%.

4.1 MATERIAIS

Para tal estudo foi utilizado um aparelho de glicose Accu-Chek Performa® da Roche Argollo *et al.*(2010), junto com suas lancetas e tiras de acordo com o aparelho. A escolha do aparelho foi realizada por validação por meio de estudo e configuração.

De acordo com o fabricante Roche os aparelhos não necessitam de calibração. Utilizou-se também, uma balança para a coleta de peso, fita métrica, cronômetro, algodão e álcool 70%. Os cálculos das análises foram realizados no *software* R-Studio 4.0.3., e para o cálculo amostral foi usado o *software* G-Power 3.1.

4.2 PROCEDIMENTO DE COLETA

As coletas foram realizadas duas vezes a cada intervenção (pré e pós) em todos os grupos. Os procedimentos de coleta seguiram protocolos simples de assepsia; como as coletas foram realizadas pré e pós-intervenção e controle, seguindo o período de tempo dos grupos intervenções, os participantes obrigatoriamente higienizavam as mãos com água e sabão, desde o início foram doutrinados a chegarem entre 10 e 5 minutos antes do início da intervenção.

Após higienização os mesmos aguardavam sentados, nas cadeiras dispostas no pátio da escola. No ato da coleta, o local era higienizado com álcool 70%, e aguardado alguns segundos para que o álcool evaporasse e não causasse alteração.

Após procedimentos de higiene, as tiras de testagem eram colocadas no monitor, após o sinal do aparelho (gota de sangue piscando no visor), em seguida, com a caneta de lança, lancetava a região e encostava a gotícula de sangue na tira para análise e resultado. Todos os materiais como: algodão, tiras e lancetas após o uso eram descartados.

Para as coletas, os participantes eram dispostos sentados, evitando quaisquer problemas, como tonturas ou aflição por ver sangue, todas as coletas eram realizadas na mão esquerda com alternância dos dedos, evitando assim, desconfortos por excesso de picada das lancetas.

O aparelho era higienizado após toda coleta individual com um pano umedecido evitando passar na região de introdução das tiras, orientações seguidas de acordo com o fabricante. No caso do coletor (pesquisador) alguns procedimentos também eram realizados, além de lavar as mãos com água e sabão era utilizado luvas descartáveis e sempre após cada coleta higienização com álcool 70%.

4.3 ORIENTAÇÕES PRÉ-INTERVENÇÃO

Para preparo da intervenção, orientamos os participantes, para que mantivessem com sua dieta habitual. Todos os participantes foram orientados para utilizarem vestimentas confortáveis, indicadas à prática de atividades físicas.

Para evitar alterações nos dados, todos os participantes foram orientados durante o período de 8 semanas (2 meses), a não praticarem nenhum tipo de atividade física, apenas as intervenções de alongamento do estudo.

As coletas foram realizadas, a partir das 09h:00 e logo em seguida ao término da intervenção 10h:15min, período no qual envolve coleta e treinamento, os procedimentos eram realizados para os três grupos, todos os 29 participantes tinham suas coletas realizadas entre o período de 09h:00 as 10h:15min.

As intervenções eram realizadas segunda, quarta e sexta, durante todas as 8 semanas. Ao todo, foram realizadas 58 coletas dia de intervenção, 174 coletas na semana e totalizando 1.392 coletas nas 8 semanas, pré e pós-intervenção de todos os grupos.

4.4 INTENSIDADE DE TREINO

A intensidade de treino foi monitorada por meio da escala de percepção de esforço (escala de Borg., 0 a 10), sempre após a intervenção, os participantes eram questionados a dar uma nota para que se mantivesse um padrão de esforço, sendo 0 sem desconforto e 10 desconforto muito forte. O alongamento proposto no presente exercício manteve uma intensidade entre 2 e 3.

4.5 TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE

Inicialmente nos grupos intervenção, a aplicação foi direta sem prévio aquecimento, os exercícios de alongamento estático ativo totalizando 8 exercícios. Os exercícios foram direcionados para as regiões articulares:

- a) Ombros;
- b) Cotovelos;
- c) Quadril;
- d) Joelho;

4.6 PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS

O protocolo de aplicação dentro dos 8 exercícios para o GA30 foram os seguintes, 3 séries seguidas para cada exercício, ou seja, sem alternar para outro grupamento, cada série totalizando 30 segundos de ativação do exercício com uma pausa de 30 segundos e para a troca de grupamento uma pausa de 1 minuto (30 seg ativo x 30 seg pausa x 30 seg ativo x 30 seg pausa x 30 seg ativo x 1 min descanso) totalizando 50 min de alongamento estático passivo ativo.

O grupo GA45, seguiu os mesmos métodos de 8 exercícios, porém, foi alterado apenas o tempo de atividade de cada exercício mantendo o tempo de pausa e descanso, GA45 foram os seguintes, 3 séries seguidas para cada exercício, ou seja, sem alternar para outro grupamento, cada serie totalizando 45 segundos de ativação do exercício com uma pausa de 30 segundos e para a troca de grupamento uma pausa de 1 minuto (45seg ativo x 30seg pausa x 45seg ativo x 30 seg pausa x 45seg ativo x 1min descanso) totalizando 60 min de alongamento estático passivo ativo.

4.7 EXERCÍCIOS

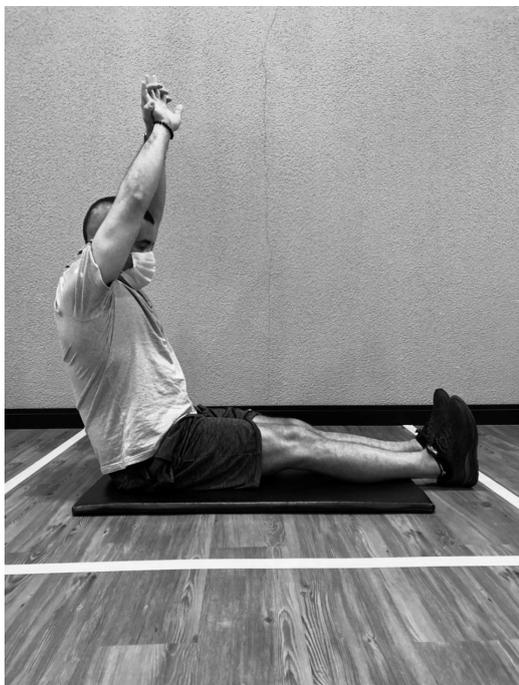
Descrição dos 08 (oito) exercícios:

Observa-se o alongamento dos flexores de joelho (isquiotibiais):

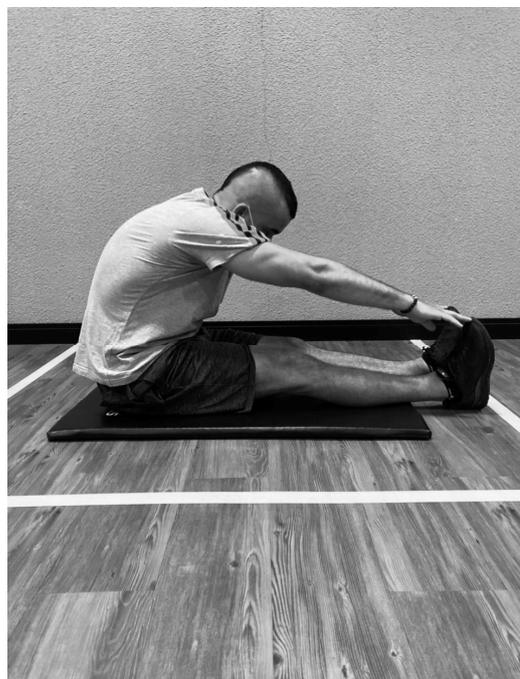
- a) Posição inicial, o participante sentado no chão com as pernas juntas e estendidas;
- b) Posição final, flexionar o corpo à frente (flexão de quadril) em direção aos pés, mantendo as pernas estendidas;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, realizar 3 séries.

Figura 1 – Alongamento dos flexores de joelho (isquiotibiais)

Inicial



Final



(Extensão de joelho, com flexão de quadril e lombar)

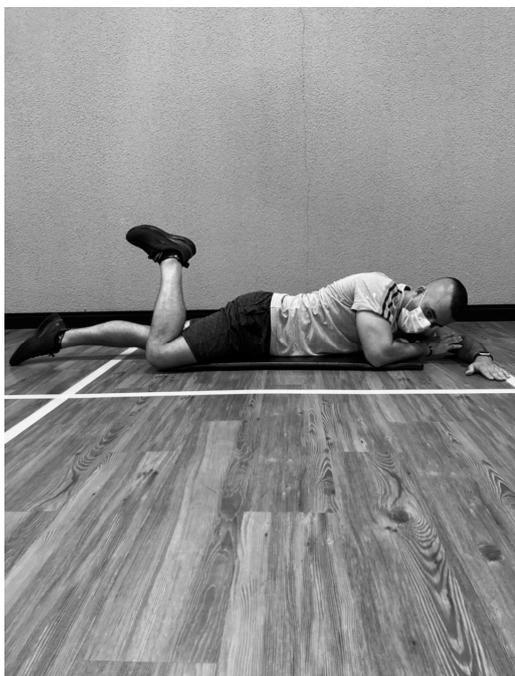
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

Observa-se o alongamento dos flexores de quadril e extensores de joelho (quadríceps):

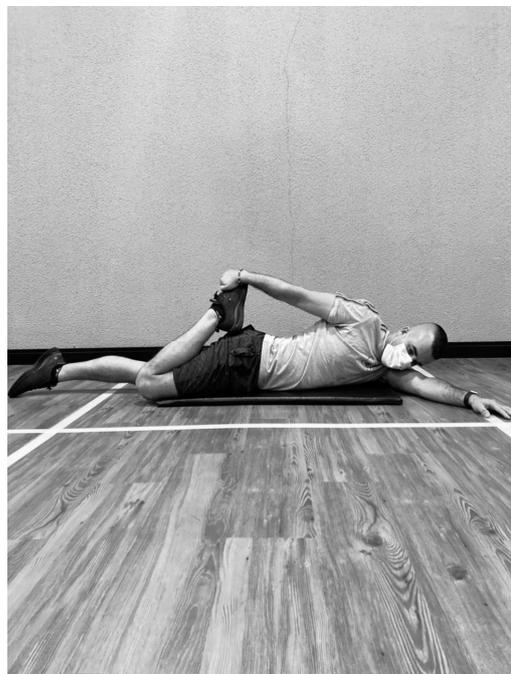
- a) Posição inicial, o participante deitado de abdômen para baixo (decúbito ventral), flexiona o joelho esquerdo posicionando o tornozelo próximo ao glúteo;
- b) Posição final, com a mão esquerda segurar o peito do pé e tracionar o calcanhar para se aproximar do glúteo;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, após 3 séries trocar para o membro direito.

Figura 2 - alongamento dos flexores de quadril e extensores de joelho (quadríceps)

Inicial



Final



(Flexão de joelho, com extensão de quadril)

Fonte: Pablo N. Folha, 2022

Observa-se o alongamento dos rotadores externos do quadril (glúteo):

- a) Posição inicial, com o participante sentado no chão, com a perna esquerda estendida, flexiona a perna direita por cima da perna esquerda estendida, apoiando o pé no chão;
- b) Posição final, com auxílio dos braços e mãos segure ou abrace o joelho direito e tracione em direção ao corpo;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, após 3 séries trocar para o membro direito.

Figura 3 – Alongamento dos rotadores externos do quadril (glúteo)



(Flexão do joelho, com adução da coxa)
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

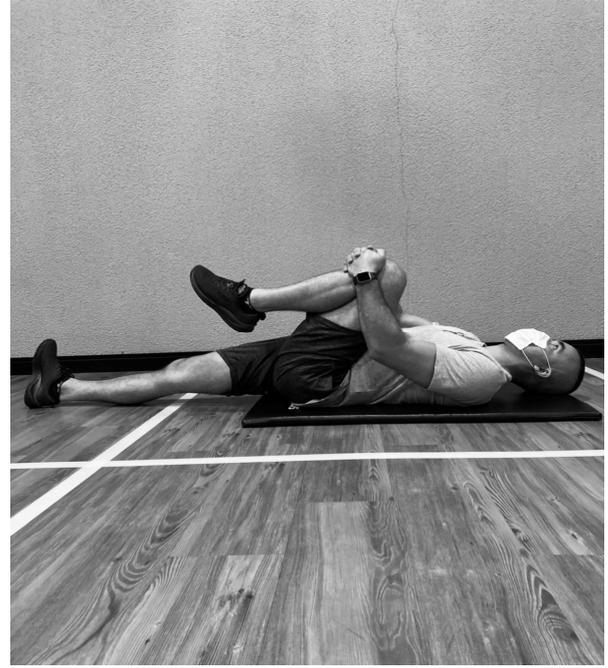
Observa-se o alongamento dos extensores de quadril e coluna (glúteo, multífido e iliocostais):

- a) Posição inicial, o participante estará deitado de costas (decúbito dorsal) com o joelho esquerdo flexionado e a perna direita estendida no chão em contato direto;
- b) Posição final, o participante com auxílio das mãos irá segurar o joelho esquerdo tracionando em direção ao tórax;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, após 3 séries trocar para o membro direito.

Figura 4 – Alongamento dos extensores de quadril e coluna (glúteo, multifídeo e iliocostais)

Inicial

Final



(Flexão do quadril)

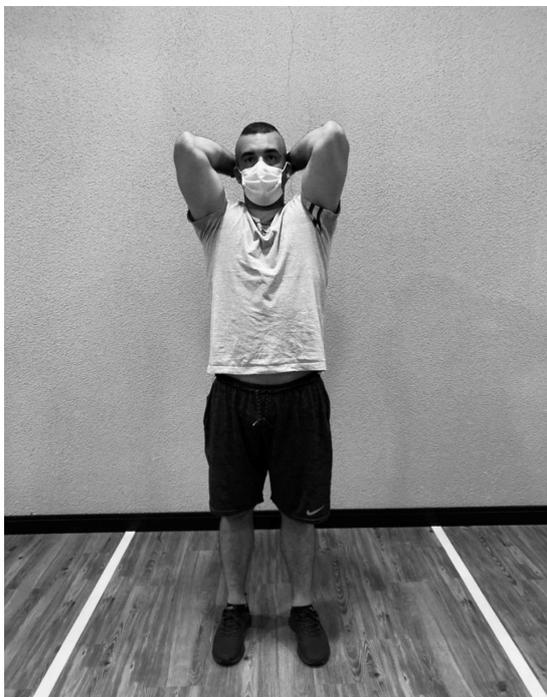
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

Observa-se o alongamento dos flexores de ombro e peitoral (deltoide anterior e peitoral):

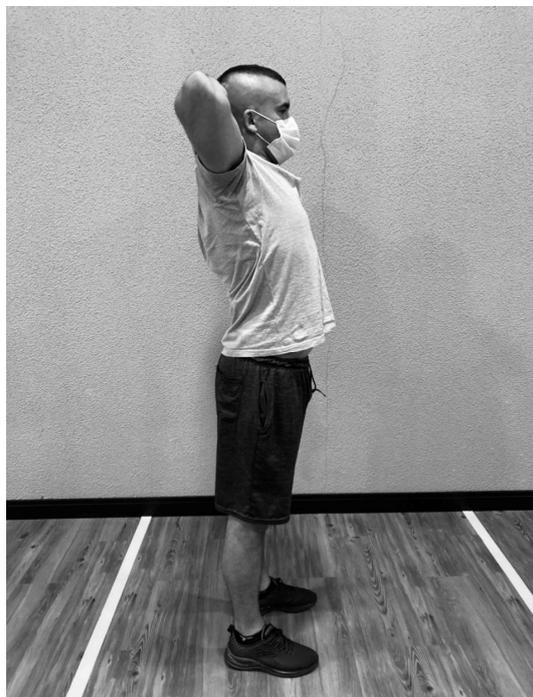
- a) Posição inicial, o participante na posição pé ou sentado, entrelaça as mãos atrás da cabeça;
- b) Posição final, após entrelaçar as mãos atrás da cabeça realize uma projeção dos cotovelos para trás;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, realizar 3 séries

Figura 5 – alongamento dos flexores de ombro e peitoral (deltoide anterior e peitoral)

Inicial



Final



(Flexão de ombro, com flexão de cotovelo e adução de escápulas)
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

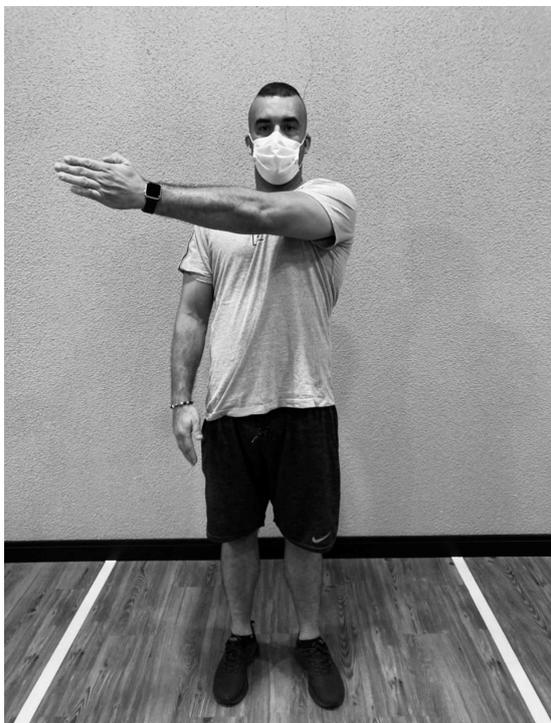
Observa-se o alongamento dos adutores de ombro (porção posterior do deltoide):

- a) Posição inicial, participante sentado ou em pé, irá cruzar o braço esquerdo estendido na frente do corpo;
- b) Posição final, com a mão direita apoiar no cotovelo esquerdo e tracionar para o lado direito;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, após 3 séries trocar para o membro direito.

Figura 6 – Alongamento dos adutores de ombro (porção posterior do deltoide)

Inicial

Final



(Adução horizontal do ombro)
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

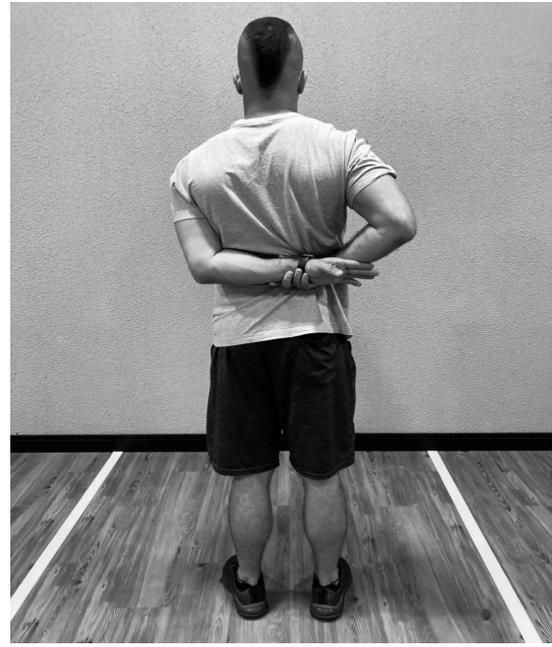
Observa-se o alongamento dos flexores de ombro (deltoide):

- a) Posição inicial, com o participante em pé com o braço esquerdo atrás do corpo com o cotovelo em ângulo de 90°;
- b) Posição final, com a mão direita por trás do corpo irá segurar o ante -braço esquerdo ou cotovelo, tracionando para o meio das costas;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, após 3 séries trocar para o membro direito.

Figura 7 – Alongamento dos flexores de ombro (deltoide)

Inicial

Final



(Hiperextensão do ombro e flexão do cotovelo)

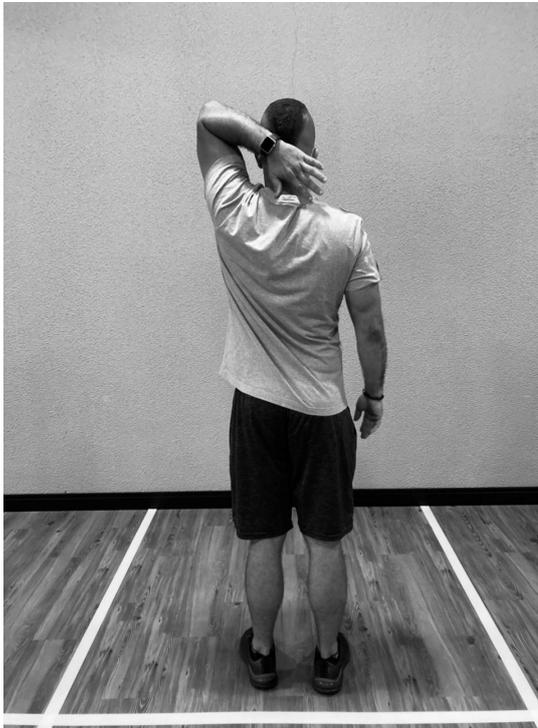
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

Observa-se o alongamento dos extensores de cotovelo (tríceps braquial):

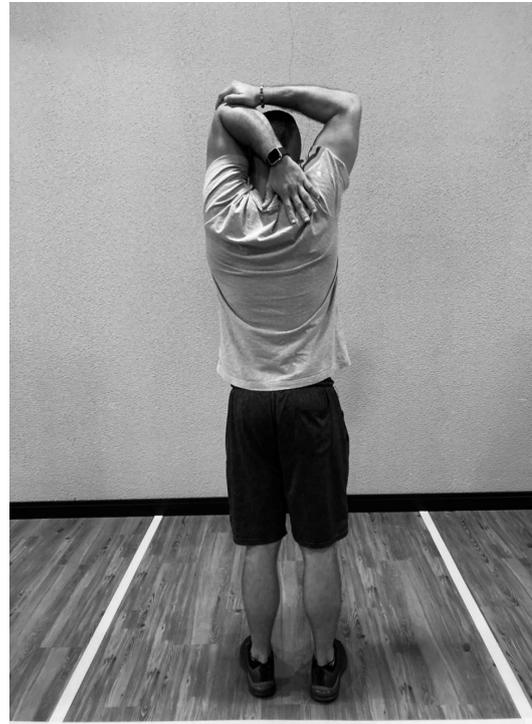
- a) Posição inicial, o participante poderá estar sentado ou em pé, erga o braço esquerdo e flexione por de trás da cabeça, com a mão esquerda sobre a coluna ou escápula esquerda;
- b) Posição final, com o auxílio da mão direita apoie no cotovelo esquerdo e tracione o cotovelo esquerdo para o lado direito;
- c) Segurar na posição durante tempo determinado pelo protocolo, após 3 séries trocar para o membro direito.

Figura 8 – Alongamento dos extensores de cotovelo (tríceps braquial)

Inicial



Final



(Flexão do ombro e cotovelo)
Fonte: Pablo N. Folha, 2022

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise mais abrangente de uma população é necessário calcular o tamanho da amostra para validação do estudo, o cálculo amostral quantifica e representa a escolha de membros no caso o DMT2, justificando uma população de referência.

O tamanho do efeito (d_z) foi baseado no artigo de Cumming (2013) para quantificar o efeito pesquisado sobre a população pesquisada afirmando sua significância. O cálculo amostral foi realizado através do *software* G-Power 3.1 com base nos seguintes parâmetros: $\alpha=0,05$ (nível de significância), $p=0,88$ (poder do teste), $d_z=0,54$ (tamanho do efeito), o tamanho do efeito quantifica o efeito dos participantes sobre a população pesquisada, no caso do estudo em questão totalizando 29 participantes.

Para testar se um grupo é discrepante dos demais, é usado o Teste F (ANOVA). Todavia, antes de realizar esse teste, é necessário testar os pressupostos do modelo, que são a homogeneidade de variância dos grupos (teste de Levene) e o teste de normalidade (teste de Shapiro Wilk) para os resíduos do modelo ANOVA (um fator).

A variável dependente foi a diferença entre a taxa de glicose de antes e depois da intervenção. O teste de Levene (p valor=0,583) e o teste de normalidade dos resíduos do modelo anova (p valor = 0,534) não foram significativos (Tabela 2). Para comparação entre dois grupos, foi utilizado o teste Tukey (Tabela 3). Para o teste ANOVA e o teste Tukey, foi utilizado a diferença delta (Δ) entre a pré e a pós- intervenção, como variável dependente com o *software* R-Studio 4.0.3.

Foi realizado também através do *software* R-Studio 4.0.3 uma análise, para cada duas semanas, grupo versus período sobre o comportamento da glicose. Utilizamos o teste estatístico ANOVA (dois fatores). O teste de Levene (p valor=0,267) e o teste de normalidade dos resíduos do modelo anova (p valor = 0,522) não foram significativos (Tabela 6). As análises descritivas foram expressas como média \pm desvio padrão (DP).

6 RESULTADOS

Detalhamento estatísticos dos resultados coletados sobre os efeitos do treinamento de alongamento e comparação entre controle e grupos intervenção e entre protocolos de grupos intervenção no comportamento glicêmico do DMT2, a variável utilizada foi referente a coleta de glicose capilar pré e pós, recusando a hipótese nula.

Tabela 1 – Características antropométricas do grupo alongamento 30 segundos (GA30), grupo alongamento 45 segundos (GA45) e grupo controle (GC).

| Participantes | GA30 (n=10) | GA45 (n=10) | GC (n=09) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Idade (anos) | 60,0 ± 10,2 (anos) | 59,5 ± 6,3 | 52,7 ± 5,6 |
| Peso (Kg) | 75,0 ± 24,2 kg | 73,4 ± 15,7 | 79,3 ± 20,5 |
| Estatura (cm) | 161,8 ± 8,1cm | 161,4 ± 5,7 | 167,6 ± 11,4 |
| Índice de massa corpórea (IMC) | 28,2±7,1 kg/m ² | 27,9±4,5 kg/m ² | 27,9±4,7 kg/m ² |
| Tempo de diabetes (anos) | 8,3 ± 3,4 anos | 8,7 ± 3,0 | 8,1 ± 2,4 |
| Percepção subjetiva de esforço (PSE) | 2,6±1,9 | 1,7 ± 1,2 | N/A |

Valores de média ± desvio padrão.

Tabela 2 – Valores de glicemia capilar (mg/dl) do grupo controle (GC), grupo alongamento 30 segundos (GA30) e grupo alongamento 45 segundos (GA45).

| | MÉDIA | | Diferença Delta | TESTE ANOVA |
|----------|-------------|-------------|-----------------|---------------|
| | Pré | Pós | Δ | P- Valor |
| Controle | 188,1 mg/dl | 196,0 mg/dl | 7,9 | < 0,001 |
| GA30 | 176,6 mg/dl | 163,9 mg/dl | -12,7 | Desvio padrão |
| GA45 | 168,9 mg/dl | 150,4 mg/dl | -18,5 | 1.891276 |

Pela Tabela ANOVA (um fator), podemos concluir que há diferenças entre os grupos de protocolo (p valor < 0.05).

Tabela 3 – Comparação dos valores Δ da glicemia, entre o grupo de alongamento 30 segundos (GA30) e grupo controle (GC), grupo de alongamento 45 segundos (GA45) e grupo controle (GC) e entre o grupo alongamento 30 segundos (GA30) e o grupo alongamento 45 segundos (GA45)

| | Δ | P-valor |
|---------------|------------|-----------|
| GA30-Controle | 20,5 mg/dl | 0,0002443 |
| GA45-Controle | 26,4 mg/dl | 0,0000080 |
| GA45-GA30 | 5,8 mg/dl | 0,3838586 |

Teste Tukey para comparação da média Δ entre dois grupos.

O resultado da Tabela 2 (teste ANOVA) indica que há diferença na redução de taxa de glicose entre dos grupos (GA30, GA45 e Controle). Na análise entre dois grupos, Tabela 3, não houve redução da taxa de glicose entre os grupos GA30 e GA45, porém, houve redução significativa entre os grupos (controle e GA30) e (controle GA45). Então concluímos que a intervenção de alongamento reduz a taxa de glicose. Análise por período a cada duas semanas no período de oito semanas.

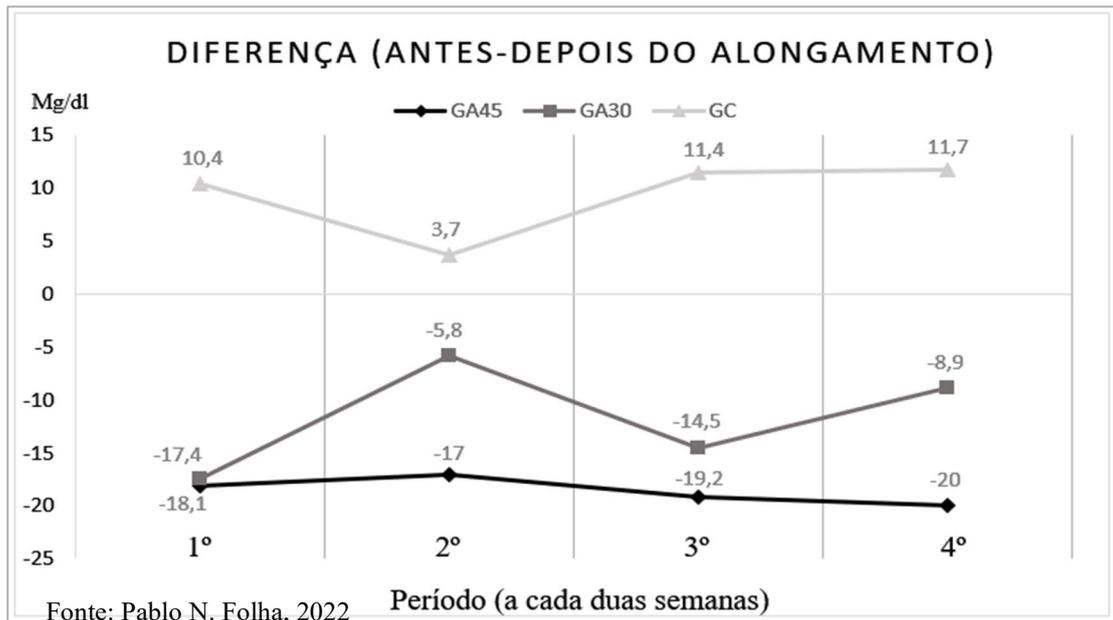
Tabela 4 – Análise da diferença glicêmica capilar a cada duas semanas, do grupo alongamento 30 segundos (GA30), grupo alongamento 45 segundos (GA45) e grupo controle (GC).

| Grupo | Período | Pré mg/dl | Pós mg/dl | Diferença |
|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| G30 | 1º | 186,0±56,5 | 168,5±54,0 | -17,4 mg/dl |
| G30 | 2º | 162,7±44,6 | 156,8±41,2 | -5,8 mg/dl |
| G30 | 3º | 178,4±45,6 | 163,9±48,7 | -14,5 mg/dl |
| G30 | 4º | 178,4±47,3 | 169,5±47,9 | -8,9 mg/dl |
| G45 | 1º | 175,2±58,6 | 157,1±60,2 | -18,1 mg/dl |
| G45 | 2º | 168,4±47,6 | 151,4±44,6 | -17,0 mg/dl |
| G45 | 3º | 161,8±49,1 | 142,6±49,5 | -19,2 mg/dl |
| G45 | 4º | 174,0±51,3 | 154,0±48,5 | -20,0 mg/dl |
| Controle | 1º | 170,5±59,1 | 180,9±57,6 | 10,4 mg/dl |
| Controle | 2º | 186,2±71,3 | 189,9±75,7 | 3,7 mg/dl |
| Controle | 3º | 179,2±61,7 | 190,5±60,6 | 11,4 mg/dl |
| Controle | 4º | 183,4±61,4 | 195,1±61,0 | 11,7 mg/dl |

Diferença geral da divisão dos grupos GA30, GA45 e GC, média ± desvio padrão

A Tabela 4 apresenta os dados glicêmicos dos grupos por período de modo mais descritivo, com médias glicêmicas do pré e pós a cada duas semanas do grupo alongamento 30, grupo alongamento 45 e grupo controle, tendo como complemento mais limpo no Gráfico 1 mostrando o comportamento da glicemia durante o período.

Figura 9 – Análise da glicêmica (Grupo vrs Período) capilar (mg/dl), linha do tempo a cada duas semanas do grupo alongamento (GA30), grupo de alongamento (GA45) e grupo controle (GC) no período a cada 2 semanas.



No decorrer das semanas, o Grupo com a intervenção de 45 segundos G45, obteve maior diferença média na 4º semana, em relação aos demais grupos.

Tabela 5 – Análise glicêmica capilar (mg/dl), entre dois fatores, Grupo x Período da diferença pré e pós intervenção.

| Diferença pré e pós P-valor | | |
|-----------------------------|---------------|---------|
| Fatores | Estatística F | P valor |
| Grupo | 45,9 | <0,001 |
| Período | 0,3 | 0,814 |
| Grupo x Período | 1,2 | 0,332 |

A ANOVA de dois fatores (Grupo e Período) para a diferença da glicose pré e pós intervenção mostrou que houve efeito significativo do fator Grupo (p valor <0,05), mas o período e a interação entre os dois fatores (Grupo x Período) não apresentaram efeito significativo (p valor >0,05). A Análise descritiva básica do comportamento da glicose no período diário das 8 semanas de todos os participantes.

Figura 10 – Análise diária de coleta glicêmica capilar (mg/dl), 3 vezes por semana no período de 8 semanas, pré e pós o horário de intervenção do grupo controle (GC), com uma média de 432 coletas, com média \pm desvio padrão.

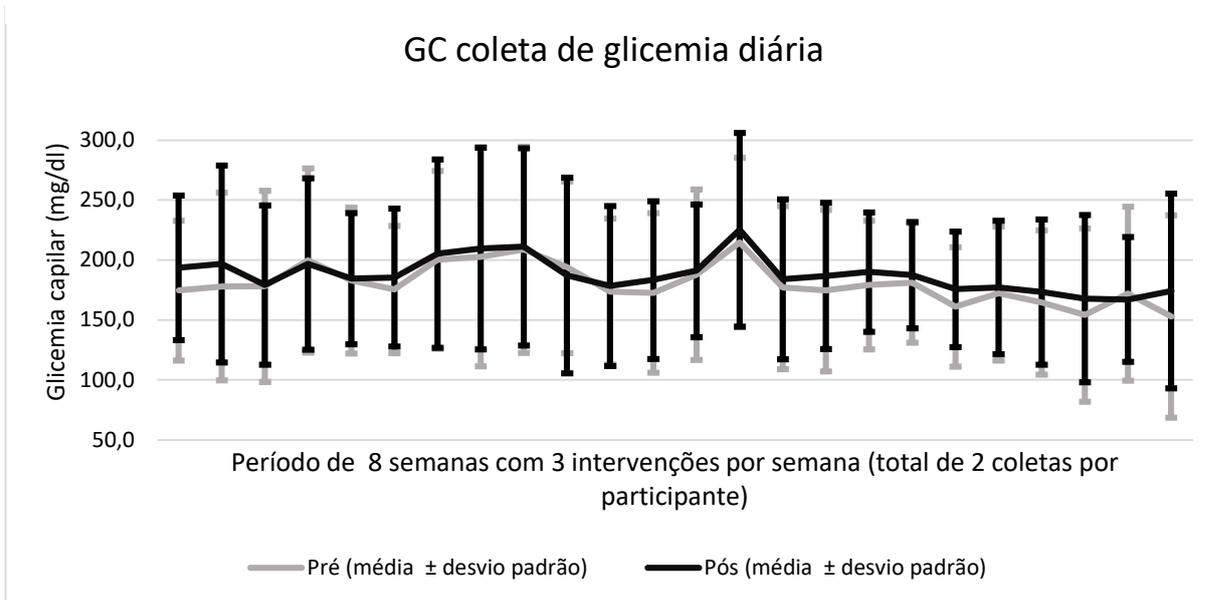


Figura 11 – Análise diária de coleta glicêmica capilar (mg/dl), 3 vezes por semana no período de 8 semanas, pré e pós intervenção do grupo alongamento 30 segundos (GA30), com uma média de 480 coletas, com média \pm desvio padrão

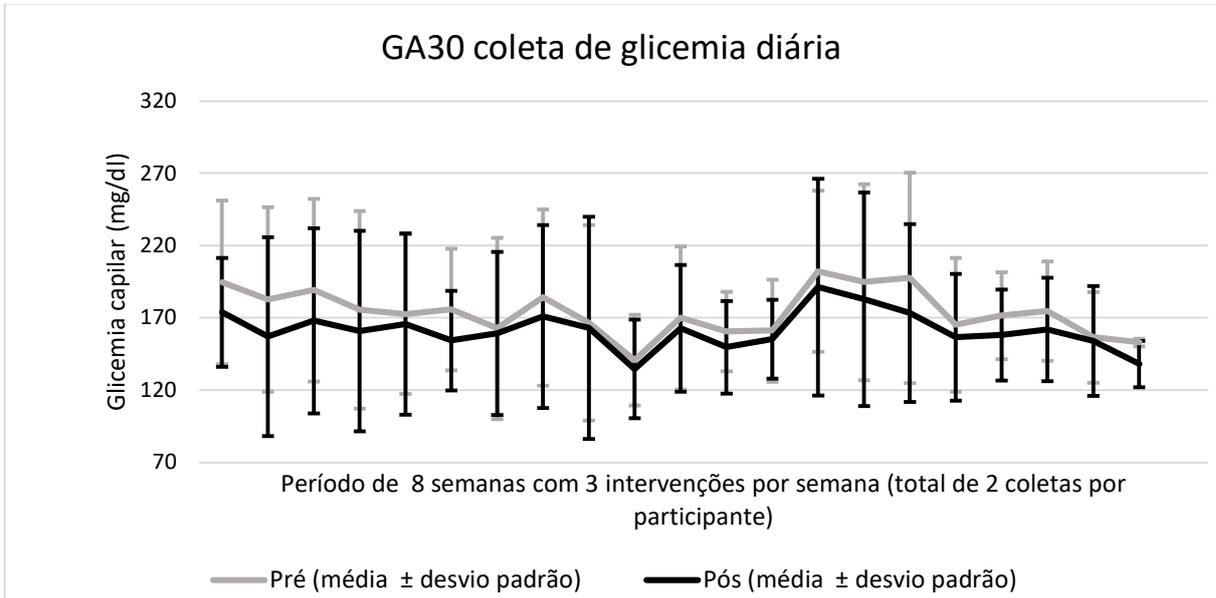
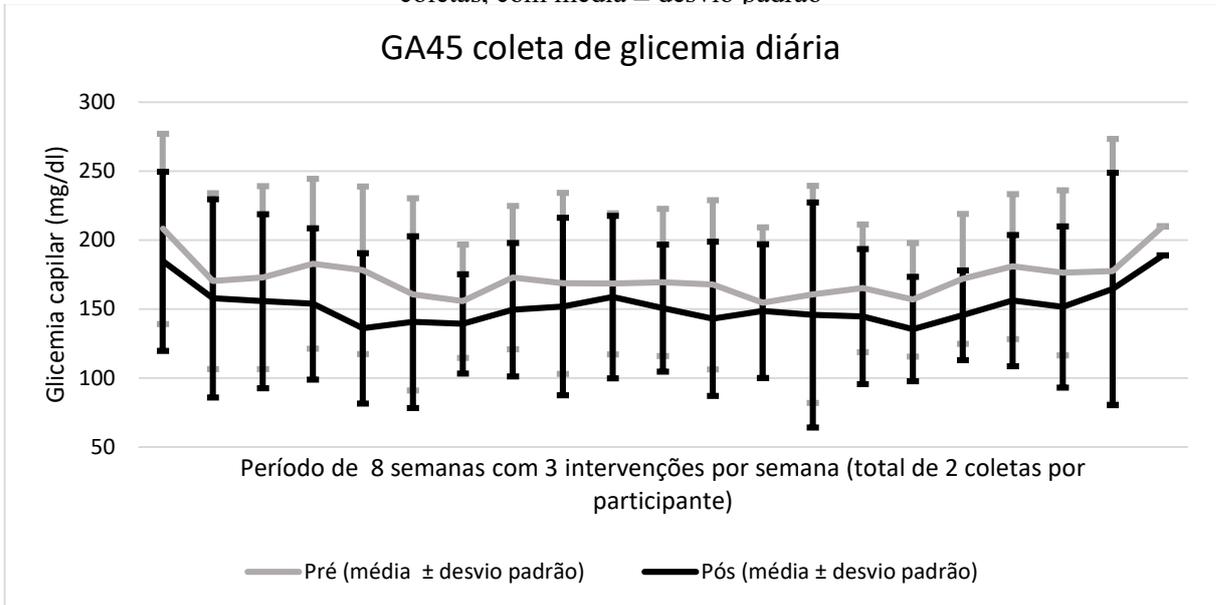


Figura 12 – Análise diária de coleta glicêmica capilar (mg/dl), 3 vezes por semana no período de 8 semanas, pré e pós intervenção do grupo alongamento 30 segundos (GA30), com uma média de 480 coletas, com média \pm desvio padrão



Nas Figuras 11 e 12 observa-se uma média diária do comportamento da glicemia capilar, durante todas as intervenções realizadas de cada grupo e conseguimos notar já na primeira intervenção até a última nos grupos intervenções nos GA30 e GA45, a glicemia pós exercício de alongamento se manteve baixa em comparação a glicemia pré intervenção, já no grupo controle como mostra a Figura 10 a proximidade das linhas de referência e em alguns pontos notamos que a coleta pós treino se sobrepôs à coleta pré.

7 DISCUSSÃO

O presente estudo observou cronicamente o comportamento da glicemia do DMT2, após intervenções alongamento estático ativo. O alongamento teve influências significativas na redução glicêmica após as 8 semanas de intervenções, para ambos os grupos de intervenção (GA30 e GA45), quando comparados ao grupo controle.

Porém, ao realizar comparação entre grupos intervenção (GA30 e GA45) para saber se houve alguma diferença por variação de tempo na glicemia, a análise estatística demonstrou que não há alterações significativas na glicemia, ou seja, independentemente do tempo, o resultado é igual.

O efeito do alongamento sobre a redução glicêmica do DMT2, apreende resultados significativos em muitos estudos até o presente momento (LUCENA *et al.*, 2010; ARNOLD; JOKE; DAVID, 2011; PARK, 2015; SOLOMEN *et al.*, 2015; GURUDUT; ABEY, 2017; ARSIANTI; PARMAN; LESMANA, 2018; SHAGUN; JASOBANTA; RAJEEV, 2018; TAHERI *et al.*, 2019; SAHER; AISHA; HOSSAM, 2019).

Cada estudo realizado para alongamento voltado para indivíduos diabéticos tipo 2, apresentou algumas características diferentes, todos buscaram analisar as alterações glicêmicas, assim como identificar se há redução glicêmica junto ao alongamento.

Dentre todos os estudos levantados há uma diversificação metodológica nas variáveis que são referentes a quantidade de participantes, o tempo de pesquisa entre análises agudas, crônicas e comparativos entre modalidades. A metodologia do presente estudo analisou 29 participantes, dividido em 3 grupos, GA30, GA45 e GC, os dois grupos intervenções foram assistidos, ou seja, todos no mesmo local para prática das intervenções de alongamento e coletas junto o grupo controle sem orientação física e ou verbal.

Ao serem comparados com estudos atuais encontrados na literatura é possível analisar alguns pontos positivos e negativos. Um estudo realizado em Arnold; Joke e David (2011), analisou efeitos do alongamento com ingestão alimentar pré-intervenção no comportamento glicêmico. Foram analisados e comparados de forma aguda 22 participantes pré-diabéticos e diabéticos tipo 2, duas horas após suas refeições de rotina, ingeriram suco de frutas de 355 ml (43g de carboidrato) (ARNOLD; JOKE; DAVID, 2011).

Após passados 30 minutos, realizaram o protocolo com tempo de 4 séries de 30 segundos de tensão por 15 segundos de pausa por 30 segundo para troca de seguimento, totalizando 40 min de intervenções de exercícios de alongamento, sendo um grupo alongando e o controle simulando o exercício, com as coletas sendo realizadas em três momentos pré-intervenção, 20 minutos após o início e ao final do treino (ARNOLD; JOKE; DAVID, 2011).

Seguindo a mesma linha de Arnold; Joke; David (2011), estudos mais recentes de Solomen *et al.* (2015) e Taheri *et al.* (2019) são semelhantes, porém apresentam algumas discrepâncias. O estudo de Solomen *et al.* (2015) segue o modelo mais fiel do estudo de Arnold; Joke; David (2011), de forma aguda e utilizando a variável alimentação, duas horas após suas refeições de rotina com ingestão de suco de frutas de 355 ml (43g de carboidrato), porém, com o protocolo de tempo diferente ao de Arnold, com 45 segundos de tensão por 15 segundos de pausa, por 30 segundo para troca de seguimento.

O objetivo maior de Solomen *et al.*, 2015 foi comparar as duas modalidades de alongamento (passivo vs. ativo) para saber qual dos dois modelos tem um melhor benefício para o diabético na redução glicêmica através de coleta capilar. Solomen *et al.*, 2015 recrutou para seu estudo 20 participantes todos diabéticos tipo 2, divididos em dois grupos com um alongamento passivo e outro ativo, a intervenção foi aguda e durou 40 minutos, ambos os grupos mostraram significância na redução glicêmica, porém quando comparado entre si o grupo passivo obteve melhores resultados.

Solomen *et al.* (2015) afirmam que independentemente do protocolo de tempo, o alongamento passivo se mostrou superior ao ativo, já no presente estudo como foi padronizado em ativo, não houve significância entre grupos no modelo crônico.

Já o estudo de Taheri *et al.* (2019), também de forma aguda com uma sessão de intervenção, avaliou 50 participantes com DMT2 divididos em dois grupos: um intervenção com alongamento estativo passivo e um controle com simulação de alongamento o protocolo de tempo realizado foram 4 séries de 30 segundos de tensão por 30 segundos de pausa entre os grupos musculares com 9 exercícios. Ambos os grupos foram submetidos aos 20 minutos de alongamento, com a glicemia sendo coletada após os 20 minutos e 1h após. Taheri *et al.* (2019) concluiu que houve uma redução significativa, tanto para 20 minutos após, como 1h depois, permanecendo baixa em comparação ao grupo simulação, a conclusão que chegou é de que o alongamento estático passivo é eficiente para o DMT2.

No presente estudo trabalho realizado foi de modo crônico sobre o comportamento da glicemia, os protocolos de tempo do GA30 foram parecidos sendo que foram realizadas apenas 3 séries de 30 segundos por 30 de pausa, por 1 minuto entre grupamentos e uma variável de tempo (GA45) a mais, diferente de Arnold; Joke; David (2011) que utilizou 4 séries de 30 segundos. Enquanto Solomen *et al.* (2015) com 4 séries de 45 segundos e Taheri *et al.* (2019) com 4 séries de 30 segundos, com número relevante e superior de participantes ao de Arnold; Joke; David (2011), porém inferior ao presente estudo, contudo, todos os participantes eram

diabéticos. A variável alimentação não foi utilizada e o grupo controle não recebeu nenhum tipo de orientação para evitar possíveis alterações.

De acordo com o estudo de Sylow *et al.*, 2017C o simples gesto do alongamento sem tensão pode sofrer um pequeno estresse mecânico ativando a via Rac1, havendo uma redução glicêmica justificando os resultados do estudo de Arnold; Joke; David, 2011 quanto Taheri *et al.* (2019), que em seus grupos controles simularam o movimento de alongamento onde obtiveram uma resposta de redução glicêmica porém de acordo com os mesmos não significativas quando comparados ao intervenção.

Ponto positivo do estudo de Arnold; Joke; David (2011) e Taheri *et al.* (2019) foi de mostrar que 20 min de alongamento é o suficiente na redução glicêmica, Arnold; Joke; David (2011) e Solomen *et al.* (2015) mostram em seu estudo que mesmo associando interferências alimentares após o alongamento, a glicemia tem redução significativas.

Quando comparados, os resultados dos três autores supracitados, observa-se uma variação, porém com o objetivo voltado para glicemia. No presente estudo avaliamos todos os participantes diabéticos de modo agudo e crônico (Tabela 2, 4 e 5), diferente dos mesmos realizamos alongamento ativo com os dois protocolos de tempo, 30 e 45 segundos e um controle sem qualquer orientação.

Os resultados das 8 semanas de alongamento estático ativo da presente pesquisa, mostram significância nos dois grupos intervenção comparado ao controle e além dessa análise realizamos um comparativo entre os dois grupos intervenção, onde mostrou não haver significância entre eles. As duas variáveis de intervenção foram padronizadas na execução – os participantes realizando neles mesmos junto a escala de percepção de esforço para manter a intensidade por igual –, quanto ao alongamento passivo houve auxílio do terapeuta na execução do movimento, podendo haver discrepância de intensidade por exaustão do terapeuta.

No presente estudo não foi solicitado ou recomendado ingestão alimentar, foi solicitado apenas que mantivessem sua alimentação padrão, porém notamos através dos resultados que seria interessante junto a todo o estudo uma intervenção alimentar associada ao exercício. Na junção média dos estudos foi observado um número médio considerável de participantes através do cálculo amostral.

O estudo de Saher; Aisha; Hossam (2019), foi parecido com o de Solomen *et al.* (2015), porém apresenta um comparativo de efeitos crônicos, entre alongamento estático ativo versus alongamento estático passivo de modo crônico e teste de capacidade funcional, com 50 participantes todos com diabetes tipo 2. O estudo durou 12 semanas, 3 vezes por semana, o teste

de capacidade funcional foi feito antes e após 12 semanas, o teste consiste em caminhada de 6 minutos, após esse tempo a distância é quantificada em metros.

Para as intervenções de alongamento os participantes foram divididos em 3 grupos, 20 para o alongamento estático ativo, 20 para o alongamento estático passivo e 10 controle. Antecedendo as intervenções e após as 12 semanas, foi feita coleta de sangue para o exame de hemoglobina glicada, tal exame resulta no comportamento médio da glicemia por período. Já para coletar glicemia capilar, os participantes tomaram 250ml de água com 75g de açúcar, duas horas após a ingestão e pré- intervenção, a glicose foi coletada e ao final da primeira sessão coletada novamente, ao final de 12 semanas após a última intervenção uma nova coleta.

Os resultados do estudo de Saher; Aisha; Hossam (2019), mostraram significância na hemoglobina glicada nos grupos intervenções e sem diferença no controle, já a análise aguda da glicemia coletada na primeira sessão pré e pós não houve significância entre nenhum grupo. Entretanto, cronicamente, a primeira coleta pré-comparado com a última após o fim das intervenções mostraram que houve significância nos grupos intervenção quando comparado ao controle, porém, quando comparado entre grupos intervenção não houve diferença. O resultado do teste de capacidade funcional realizado ao final, se comparado ao resultado inicial demonstram que o alongamento, tanto ativo quanto passivo, melhorou a capacidade funcional dos participantes, ademais, no grupo controle não houve diferença.

O estudo de Saher; Aisha; Hossam (2019), quando comparado ao presente estudo, foi além, ou seja, realizou os exames de hemoglobina glicada e capacidade funcional, porém não mensurou flexibilidade, tampouco controlou a alimentação dos participantes. Houve algumas limitações no estudo, como não conseguir realizar o exame de hemoglobina glicada, pois havia a necessidade de pedido médico, e por conta da pandemia não foi possível realizar flexibilidade a pedido dos participantes. Porém foram realizadas coletas diárias em todas as sessões de treino.

Em análise nota-se a importância de organização nutricional em paralelo. De acordo com a tabela 4 e figura 1, nota-se uma oscilação da glicemia no decorrer do período, análises que foram realizadas a cada duas semanas dentro das 8 semanas de intervenção que mostrou não haver significância por período entre semanas apenas entre grupos.

O estudo de Park (2015) foi a base para o estudo presente, realizou intervenções de alongamento estático passivo com 15 participantes, todos portadores de diabetes tipo 2, por 8 semanas. Analisou o comportamento crônico do alongamento passivo sobre a glicemia. Quando comparado ao presente estudo, seguimos a mesma intervenção composta por período de 8 semanas, todos os participantes diabéticos, com o grupo controle não recebendo nenhuma orientação, o protocolo do GA30 e exercícios foram seguidos de acordo com seu estudo, porém

com uma serie a menos de 4 series para 3 series. Park não mensurou a glicemia capilar e sim através da hemoglobina glicada coletada pré e pós, intervenção que teve resultados significativos. Em comparação com o estudo de Park (2015) foi obtido um número maior de participantes e agregando uma variável de tempo (GA45) a mais. A variável tempo (GA45) foi de encontro para saber se um período maior de tempo seria mais significativo do que o período de tempo padrão (GA30) e através do teste de Tukey (Tabela 3) mostrou não haver significância na glicemia. Ambos os estudos não mensuraram flexibilidade, apenas glicemia capilar. Park (2015) trabalhou em cima da glicada, que foi facilitada por esta em um ambiente hospitalar.

O alongamento está em grande crescimento referente a pesquisa, alguns pesquisadores começaram a comparar a resposta glicêmica do alongamento com outras modalidades.

O estudo de Gurudut; Abey (2017), realizou um comparativo entre duas modalidades distintas, alongamento estático passivo versus musculação, o estudo contou com 51 participantes todos com DMT2 divididos em apenas dois grupos analisando em apenas uma sessão de treino. Realizou a coleta glicêmica capilar coletado em três pontos, em jejum, 2h após a refeição e imediatamente após o término do exercício. A intervenção do estudo de Gurudut; Abey (2017) durou 60 minutos para ambos os grupos, concluiu que não houve diferença significativa entre grupos, ou seja, tanto o grupo que alongou quanto ao que realizou o treino com peso obtiveram uma redução glicêmica, reforçando os benefícios do alongamento e podendo ser uma atividade inicial para o diabético que pretende dar início a atividade física. Em comparação ao presente estudo foi mostrado que tanto agudamente como cronicamente, o alongamento contém benefícios significativos para o diabético tipo 2. Através do estudo de Gurudut; Abey (2017), pode-se afirmar que inicialmente, mesmo na ausência ou incapacidade de outras modalidades o alongamento é benéfico.

Outro estudo comparativo realizado por Shagun; Jasobanta; Rajeev, (2018), analisou diferença entre treino aeróbio versus alongamento por facilitação neuroproprioceptiva. Participaram do estudo 40 participantes divididos em dois grupos. Dentro do referido estudo realizaram 12 semanas, 3 vezes por semana, cada sessão totalizando 30 minutos de treinamento aeróbio (esteira) a 60% da FC máx. e FNP para membros inferiores e superior com o protocolo de 30 segundos de tensão por 30 segundos de pausa entre grupamentos.

A validação do trabalho foi por meio da HbA1c pré- e pós-intervenção e concluíram não haver diferença significativa entre os grupos, ou seja, os benefícios de redução glicêmica foram iguais. O presente estudo trabalhou com uma intensidade leve a moderada como referência ao teste de percepção de esforço (Borg) mostrou que o alongamento em intensidade leve tem resultados significativos na redução glicêmica, apesar de o resultado apresentado por Shagun;

Jasobanta; Rajeev (2018) não haver diferença entre os protocolos, a glicemia teve queda, demonstrando que mesmo em intensidade superior, como o FNP ainda sim pode obter redução glicêmica.

O exercício de alongamento estático ativo, proporciona benefícios tanto metabólicos no que se refere a glicemia, quanto locomotor melhorando sua flexibilidade e mobilidade, de acordo com a literatura manter o DMT2 fisicamente ativo se faz necessário minimizando as complicações causadas pela doença proporcionando uma maior longevidade.

Tal evidência é reforçada no estudo de Goulart e Marchesan (2020), quando apresentam que, quanto mais ativo for o diabético menor será o agravamento de complicações em comparação ao sedentário, representando um menor consumo de fármacos, além de mais ativo fisicamente, tornando-se essencial mudanças de hábitos alimentares para potencializar os benefícios.

Kirwan *et al.* (2018), também afirmam que as mudanças de hábitos são fundamentais para o DMT2, incluindo melhor alimentação e atividade física independente de qual atividade seja realizada. Nessa discussão nota-se que o alongamento reduz os níveis glicêmicos significativamente. Além da redução glicêmica eficiente associar o alongamento estático ativo como atividade inicial para portadores da doença sedentários e com dificuldades de locomoção ou dependentes de terceiros, o alongamento estático ativo é simples, sem complicações e custo zero, o diabético pode realizar os movimentos em qualquer espaço facilitando a adesão ao exercício.

A glicemia crônica é um fator de alto impacto à saúde. Desse modo, o alongamento auxilia na redução glicêmica agudamente e cronicamente, é possível reduzir os riscos de complicações causados pelos altos níveis glicêmicos, melhorar a qualidade de vida do portador da doença, prolongar sua vida e reduzir a mortalidade precoce.

Apesar de não avaliada a flexibilidade, tendo em vista as condições pandêmicas e observações de distanciamento solicitadas pelos participantes, foi observado sobretudo, uma melhora na amplitude do movimento de todos os voluntários contidos no grupo intervenção, além dos mesmos relatarem uma melhora na locomoção e redução de dores.

Comparando o trabalho base com a literatura é possível afirmar que independentemente, o alongamento estático ativo promove benefícios de redução glicêmica da população com DMT2. Com base nos expostos e comparações, o estudo possibilita a validade do trabalho executado.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho concluiu que o alongamento estático ativo se mostrou eficiente, colocando-o como uma estratégia funcional para o diabético tipo 2, reduzindo a sua glicemia, estratégia válida tanto para os diabéticos fisicamente ativos, quanto para aqueles com dificuldades físicas locomotoras que necessitam realizar atividades físicas. Dentro da análise estatística realizada, os grupos intervenções tanto GA30 quanto GA45 apresentaram reduções significativas, quando comparado ao GC, uma comparação entre o grupo GA30 versus GA45 não houve significância.

Porém, são necessárias mais pesquisas sobre o assunto envolvendo o alongamento junto a outras variáveis, padronização nutricional e grau de flexibilidade, moldando uma intervenção global e estimando se há mais benefícios do que os apresentados.

REFERÊNCIAS

ARGOLLO AP. B., *et al.*; Valores glicêmicos oferecidos pelo glicosímetro portátil, utilizando sangue de diferentes vias de coleta: estudo de validade. **Rev Bras Ter Intensiva**. 2010; 22(4):351-357. Escola de Enfermagem da Universidade Federal da Bahia - UFBA - Salvador (BA), Brasil; 2010.

ALBUQUERQUE L. S; BARROS, NUNES C. C. A influência do exercício físico na captação de glicose independente de insulina. **HU rev**. 2019; 45(1):59-64. Santa Catarina, Brasil, 2019.

ALMURDHI M.M, *et al.* Reduced Lower-Limb Muscle Strength and Volume in Patients With Type 2 Diabetes in Relation to Neuropathy, Intramuscular Fat, and Vitamin D Levels. **Diabetes Care** 2016; 39:441–447 | DOI: 10.2337/dc15-0995, Qatar; 2016.

AGUIAR C., *et al.*, New approach to diabetes care: From blood glucose to cardiovascular disease. **Rev Port Cardiol**, 2019;38(1):53---63, Portugal; 2019.

ACKERMAN J. E. *et al.*, Obesity/Type II diabetes alters macrophage polarization resulting in a fibrotic tendon healing response, **PLoS One**, 2017; 12(7): e0181127, Published online 2017 Jul 7, doi: 10.1371/journal.pone.0181127. EUA, 2017.

ARSIANTI R. W., *et al.*, Comparison electrical stimulation and passive stretching for blood glucose control type 2 diabetes mellitus patients. **AIP Conf. Proc.** 1945, 020005-1–020005-8; <https://doi.org/10.1063/1.5030227>. Tarakan, 2018.

ALVARENGA P. P *et al.*, Mobilidade funcional e função executiva em idosos diabéticos e não diabéticos. **Rev Bras Fisioter**, São Carlos, v, 14, n, 6, p, 491-6, nov./dez, MG, Brasil; 2010.

ARNOLD G. *et al.* **Twenty minutes of passive stretching lowers glucose levels in an at-risk population: an experimental study.** Journal of Physiotherapy Volume 57, Issue 3, 2011, Pages 173-178. EUA 2011.

ABDALLAH A, JR; alongamento e flexibilidade: definições e contraposições. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 12 n. 1, doi.org/10.12820/rbafs.v.12n1p54-58. Universidade Estadual de Londrina – PR, Brasil, 2007.

AN R. *et al.*, A scoping review on economic globalization in relation to the obesity epidemic. **Obesity Reviews**. 2019;1–11. DOI: 10.1111/obr.12969. China, 2019.

CHENG S., KUJALA U. M. Exercise in type 2 diabetes: The mechanisms of resistance and endurance training. **Journal of Sport and Health Science** 1 (2012) 65e66. China, 2012.

CHIKOWORE T. Polygenic prediction of type 2 diabetes in África. **Diabetes Care** 2022; dc210365. <https://doi.org/10.2337/dc21-0365>. Africa, 2021.

COX E. R., *et al.* Effect of different exercise training intensities on musculoskeletal and neuropathic pain in inactive individuals with type 2 diabetes – Preliminary randomised controlled trial. **Diabetes Research and Clinical Practice** Volume 164 108168. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108168>. Austrália, 2020.

CUMMING G. **Cohen's d needs to be readily interpretable**: Comment on Shieh. *Behav Res* (2013) 45:968–971, DOI 10.3758/s13428-013-0392-4. Australia, 2013.

DEO P. et al., Effects of Weight Loss on Advanced Glycation End Products in Subjects with and without Diabetes: A Preliminary Report, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14(12), 1553; <https://doi.org/10.3390/ijerph14121553>, Austrália, 2017.

Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020.

FERRARI F. et al., Mecanismos Bioquímicos e Moleculares da Captação da Glicose Estimulada pelo Exercício Físico no Estado de Resistência à Insulina: Papel da Inflamação. **Sociedade brasileira de cardiologia Arq. Bras. Cardiol.** 113 (6) • Dez 2019 • <https://doi.org/10.5935/abc.20190224>. Brasil, 2019.

FERREIRA L. F. Diabetes melito: hiperglicemia crônica e suas complicações. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*, v.36, n. 3, p. 182-8, Set/Dez 2011. Santo Andre- SP. Brasil; 2011.

GERMAN ACACIO J. M. **Therapeutically relevant natural products as AMPK activators in the treatment of diabetes**. *Studies in Natural Products Chemistry*, Vol. 66. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817907-9.00003-9>. Mexico, 2020.

GOMES AMORIM R. Doença Renal do Diabetes: Cross-Linking entre Hiperglicemia, Desequilíbrio Redox e Inflamação; **Arq Bras Cardiol.** 2019; 112(5):577-587. Maceió, AL – Brasil, 2019.

GOULART P. M., MARCHESAN M. K. Nível de atividade física, uso de medicamentos e comorbidades em pacientes diabéticos tipo II. **BIOMOTRIZ**, Cruz Alta, RS DOI: <https://doi.org/10.33053/biomotriz.v14i4.328>. RS, Brasil, 2020.

GURUDUT P., ABEY P. R. Immediate effect of passive static stretching versus resistance exercises on postprandial blood sugar levels in type 2 diabetes mellitus: a randomized clinical trial. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2017;13(5):581-587, doi.org/10.12965/jer.1735032.516. **Department of Orthopaedics Physiotherapy**, KLEU Institute of Physiotherapy, Belagavi, India KLEU Institute of Physiotherapy, Belagavi, India, 2017.

HAYASHI T., et al., Exercise regulation of glucose transport in skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, Vol. 273, No. 6. Research Division, Joslin Diabetes Center, Department of Medicine. EUA, 1997.

HERRIOTT M. T. Effects of 8 Weeks of Flexibility and Resistance Training in Older Adults With Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, vol 27, nº 12, December 2004. EUA, 2004.

HIRAKAWA T. H. *et al.* Conhecimento dos pacientes diabéticos usuários do Sistema Único de Saúde acerca da retinopatia diabética. *Rev Bras Oftalmol.* 2019; 78 (2): 107-11. Boa Vista, RR, Brasil 2019.

IGHODARO; O. MACDONALD. Molecular pathways associated with oxidative stress in diabetes mellitus. Department of Biochemistry, Lead City University, Ibadan, Nigéria, 2018.

KAHN C. R. *et al.*, **Livro Joslin**: Diabetes Melito - 14, ed. EUA, 2009.

KIRWAN J. P. SACKS J. Nieuwoudt S. The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes. **Cleve Clin J Med.** Julho de 2017; 84 (7 Suplemento 1): S15 – S21. doi:

10.3949 / ccjm.84.s1.03. Department of Pathobiology, Lerner Research Institute, Cleveland Clinic. EUA, 2018.

LAGO C. *et al.* Relação do nível de atividade física habitual e consumo de medicamentos em usuários do Sistema Único de Saúde. *Revista Brasileira Atividade Física Saúde* 2016;21(4):371-378 DOI: 10.12820/rbafs.v.21n4p371-378. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Santa Catarina, Brasil, 2019.

LEVENE H. **Robust test for equality of variances.** In *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honour of Harold Hotelling*, eds I. Olkin, S.G. Ghurye, W. Hoeffding, W.G. Madow & H.B. Mann, pp.278–292. Stanford: Stanford University Press, EUA, 1960.

LI GUOWEI *et al.*, **Frailty and Risk of Fractures in Patients With Type 2 Diabetes.** *Diabetes Care* 2019;42:507–513 | <https://doi.org/10.2337/dc18-1965>. China, 2019.

LOPES, R. M. F, *et al.* Cognição e diabetes mellitus tipo 2 em idosos, Grupo de Pesquisa Avaliação e Intervenção Psicológica no Ciclo Vital. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), **Ciências & Cognição**, 16(3) v. 16 n. 3 (2011): NÚCLEO TEMÁTICO: ENSINO-APRENDIZAGEM. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil; 2012.

LUCENA J. M. S. *et al.* Nível de flexibilidade do diabético tipo 2 após programa de exercício físico supervisionado. **Revista Ter Man.** 2010; 8(39):421-425. Escola Superior de Educação Física (ESEF), Universidade de Pernambuco – UPE, Recife, Pernambuco, Brasil; 2010.

MARGARET A. *et al.*, **Diabetes Self-management Education and Support in Type 2 Diabetes:** A Joint Position Statement of the American Diabetes Association, the American Association of Diabetes Educators, and the Academy of Nutrition and Dietetics. *Diabetes Care* 2015;38:1372–1382 DOI 10.2337/ dc15-0730. EUA, 2015.

MANCUSI C *et al.* Insulin Resistance the Hinge Between Hypertension and Type 2 Diabetes. **High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention** (2020) 27:515–526 <https://doi.org/10.1007/s40292-020-00408-8>. Italia, 2020.

MARQUES C. R.; Percepção dos usuários insulino dependentes não controlados quanto ao tratamento para o diabetes mellitus tipo 2; **Rev, APS**, 2017 jan/mar; 20(1): 69 – 80. Brasil, 2017.

MORESCHII C. Estratégias Saúde da Família: perfil/qualidade de vida de pessoas com diabetes. **Rev Bras Enferm** [Internet]. 2018;71(6):2899-906. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0037>. Lajeado-RS, Brasil; 2018.

PARK S. H. Effects of passive static stretching on blood glucose levels in patients with type 2 diabetes mellitus. *J. Phys. Ther. Sci.* Vol. 27, No. 5, 2015 Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University: 201 Daegudae-ro, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do 712-714, Republic of Korea, 2015.

ROSA I. V. C. *et al.* Diabetes Mellitus y su grave afectación en complicaciones típicas. *Pol. Con.* (Edición núm. 30) Vol. 4, No 2 Febrero 2019, pp. 181-198 ISSN: 2550 - 682X DOI: 10.23857/pc.v4i2.901. Equador, 2019.

RUOPENG A. N. A scoping review on economic globalization in relation to the obesity epidemic. **Wiley Online Library Obesity Reviews** V21, Issue 3 e12969. China 2019.

SHAGUN A., JASOBANTA S., RAJEEV A. Effect of proprioceptive neuromuscular stretching versus aerobic training on blood glucose level in patients with type 2 diabetes mellitus: A comparative study. **Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation**; 32(3) ISSN 2651-4451 | e-ISSN 2651-446X. Índia, 2018.

SANTOS R. L. B. *et al.* Fatores associados à qualidade de vida de brasileiros e de diabéticos: evidências de um inquérito de base populacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, 24(3):1007-1020, 2019. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fiocruz, Rio de Janeiro RJ Brasil; 2017.

SAHER L. *et al.* GHAZI, Active versus Passive Stretching Exercises on Blood Glucose and Functional Capacity in Elderly Diabetic Patients: Comparative Study. **IOSR Journal of Nursing and Health Science (IOSR-JNHS)** e-ISSN: 2320–1959.p- ISSN: 2320–1940 Volume 8. Department of Physical Therapy for internal medicine and geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Delta university for Science and Technology, Egypt, 2019.

SORENSEN C. J. **Journal of Diabetes and Its Complications** 31 (2017) 983–987. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2017.03.005>. EUA, 2017.

SILVA C. O. **Diabetes mellitus tipo 2: qual o papel da insulina na expressão de NF-kappaB, PPARγ e CD36?**. Infarma ciências farmacêuticas 10.14450/2318-9312.v26.e3.a2014.pp172-178 Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, PE. Brasil 2014.

SILVA A. J. JR. ADIPOCINAS: A RELAÇÃO ENDÓCRINA ENTRE OBESIDADE E DIABETES TIPO II. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, São Paulo. v.11. n.63. p.135-144. Maio/Jun. 2017.

SOLOMEN S. S. Passive stretching versus active stretching on immediate blood glucose in subjects with type II diabetes mellitus - A pilot study. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2015. India, 2015.

SUDESNA C. **Type 2 diabetes**. *The Lancet* Volume 389, Issue 10085, 3–9 June 2017, Pages 2239-2251 Diabetes Centre, Leicester General Hospital, University of Leicester, Leicester LE5 4PW, UK 2017.

SYLOW L *et al.* Stretch-stimulated glucose transport in skeletal muscles regulated by Rac1. **J Physiol** 593.3 (2015) pp 645–656, DOI: 10.1113/jphysiol.2014.284281. Denmark, 2015.

SYLOW L. *et al.* Rac1 governs exercise-stimulated glucose uptake in skeletal muscle through regulation of GLUT4 translocation in mice. **J Physiol** 594.17 (2016) pp 4997–5008, DOI: 10.1113/JP272039. Denmark, 2016.

SYLOW L. *et al.* Rac1 and AMPK Account for the Majority of Muscle Glucose Uptake Stimulated by Ex Vivo Contraction but Not In Vivo Exercise. **Diabetes** 2017; 66:1548–1559, doi.org/10.2337/db16-1138. Denmark, 2017.

The International Diabetes Federation. Disponível em:

https://www.diabetesatlas.org/upload/resources/material/20200302_133351_IDFATLAS9e-final-web.pdf#page=68&zoom=auto. acesso 21/01/2021.

TAHERI N *et al.* The effects of passive stretching on the blood glucose levels of patients with type 2 diabetes. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.02.009. Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences. Iran, 2019.

VASTAMÄKI H. *et al.* Range of motion of diabetic frozen shoulder recovers to the contralateral level, *J Int Med Res*, 2016 Dec; 44(6): 1191–1199. DOI: 10.1177/0300060516675112. Finlandia, 2016.

VAN DIJK J.W *et al.* Exercise and 24-h Glycemic Control: Equal Effects for All Type 2 Diabetes Patients? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Department of Human Movement Sciences, Maastricht University Medical Centre, Países Baixos, 2012.

VIIGIMAA M., **Macrovascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus**. *Current Vascular Pharmacology*, Volume 18, Number 2, 2020, pp. 110-116(7). Greece, 2019.

YANG H. *et al.* Genetic Variants of the Receptor for Advanced Glycation End-products in Susceptibility to Type 2 Diabetes Mellitus in Primary Hypertensive Patients. **Scientific REPOrTS** | 7: 17207 | DOI:10.1038/s41598-017-17068-9. Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital of Xiamen University, Xiamen, Fujian. China, 2017.