

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VALDERI DE ABREU DE LIMA

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA REMOTO NO CONTROLE
METABÓLICO, APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1

CURITIBA

2024

VALDERI DE ABREU DE LIMA

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA REMOTO NO CONTROLE
METABÓLICO, APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra. Neiva Leite

Coorientadora: Profa. Dra. Suzana Nesi França

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Lima, Valderi de Abreu de

Influência do treinamento de força remoto no controle metabólico, aptidão física e qualidade de vida de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 / Valderi Abreu de Lima. – Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Orientador: Profa. Dra. Neiva Leite.

Coorientadora: Profa. Dra. Suzana Nesi França

1. Adolescentes. 2. Treinamento de força. 3. Diabetes tipo 1. 4. Aptidão física. I. Leite, Neiva. II. França, Suzana Nesi, 1968-. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Bibliotecária: Camila de Souza Dorneles. CRB-9/2056



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **VALDERI DE ABREU DE LIMA** intitulada: **INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA REMOTO NO CONTROLE METABÓLICO, APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1**, sob orientação da Profa. Dra. NEIVA LEITE, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 28 de Fevereiro de 2024.

Assinatura Eletrônica

29/02/2024 09:43:09.0

NEIVA LEITE

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

04/03/2024 12:28:54.0

LUIS PAULO GOMES MASCARENHAS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

Assinatura Eletrônica

04/03/2024 11:59:02.0

LUIZ FERNANDO MARTINS KRUEL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL)

Assinatura Eletrônica

29/02/2024 07:52:40.0

TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

21/05/2024 15:43:50.0

SUZANA NESI FRANÇA

Coorientador(a) (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ -UFPR)

Novo Edifício do Departamento de Educação Física - Campus Centro Politécnico - Curitiba - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3072 - E-mail: pgedf@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 340193

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 340193

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por mais um objetivo alcançado, por mais uma etapa concluída.

Aos meus pais, José Maria Vaz de Lima e Sueli Aparecida Abreu de Lima, pelo exemplo de batalha, humildade e perseverança, me fazendo acreditar que com muito esforço é possível conquistar sonhos e atingir objetivos.

A minha linda esposa Joceli Maria Lourenço Lima, pelo amor e companheirismo, sempre ao meu lado me dando forças e acreditando em meu potencial, agradeço a Deus por ter colocado uma pessoa tão especial em minha vida.

Aos meus irmãos Cleiton e Rodrigo, pelo carinho e pelos momentos de alegria durante nossos encontros animados em família.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Neiva Leite, professora e pesquisadora exemplar, comprometida, segura e companheira. Agradeço por ter acreditado no meu potencial, pelos seus ensinamentos e supervisão impecáveis.

A minha coorientadora Prof^a. Dra. Suzana Nesi França, por suas contribuições sempre muito precisas e críticas, essenciais ao desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço também pela parceria fundamental disponibilizada no laboratório da unidade de endocrinologia pediátrica (UEP).

Aos professores da banca por seu comprometimento em ler e aprimorar este trabalho. Sua dedicação e expertise foram fundamentais para elevar a qualidade e aprimorar os aspectos essenciais desta pesquisa. Agradeço por dedicarem seu tempo e conhecimento na avaliação e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho acadêmico.

A todos os colegas pesquisadores do núcleo de pesquisa em qualidade de vida (NQV), por compartilharem seus conhecimentos, habilidades e experiências.

Aos pacientes da Unidade de Endocrinologia Pediátrica (UEP), voluntários do estudo, pois sem vocês o estudo não teria se concretizado.

Aos colegas Tiago Kochake e Suelen por toda a dedicação, companheirismo e auxílio nas coletas de dados da pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Paraná e ao secretário Rodrigo Waki sou extremamente grato por contar com o apoio e por fazer parte de uma instituição comprometida com a excelência na pesquisa e na formação acadêmica.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Deus dá a todos uma estrela. Uns fazem da estrela um sol.
Outros nem conseguem vê-la”.

Helena Kolody

RESUMO

O treinamento de força para crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é recomendado, porém o tema efeito do treinamento de força para esse público ainda é escasso na literatura. O objetivo da pesquisa foi verificar a influência do treinamento de força realizada de maneira remota e síncrona no controle metabólico, na aptidão física, competência motora e qualidade de vida em crianças e adolescentes com DM1. Amostra foi constituída de 29 crianças e adolescentes, distribuída em dois grupos: Grupo diabetes exercício (GDE, n=20), das quais 14 utilizavam o sistema de infusão contínua de insulina (SICI) e 6 múltiplas doses de insulina (MDI) e Grupo diabetes controle (GDC, n=9). Mensuraram-se variáveis de peso (kg), estatura (cm), massa muscular (MM), massa de gordura (MG), variáveis de aptidão física, força de preensão manual (FPM), força de uma repetição máxima flexão do cotovelo 1RM (FXC), abdução do ombro (AO), abdução do quadril lado direito (AQLD) e lado esquerdo (AQLE), aptidão cardiorrespiratória (APCR), resistência muscular localizada (RML), flexibilidade (FLEX), potência muscular por meio do teste *Squat Jump* (SJ), variáveis bioquímicas, Hemoglobina glicada (HbA1c), LDL colesterol (LDL-C), HDL colesterol (HDL-C), Colesterol total (CT), triglicérides (TG), teste de competência motora *supine to stand* (STS) e qualidade de vida por meio do questionário PedsQL. Os dados foram coletados no início e após 12 semanas de intervenção. As informações do consumo alimentar foram obtidas por meio de recordatório e a dose média de insulina por entrevista no início do estudo. Durante 12 semanas o GDE participou de treinamento de força (TF) remoto, em tempo real e em grupo, por meio de uma plataforma de videoconferência em comum e com interação entre aluno e professor (*Google Meet*). Cada sessão teve duração aproximada de 45 min constituída de: aquecimento, alongamentos iniciais, treino de força e volta à calma, três vezes por semana. Para a estatística utilizou-se a ANOVA fatorial mista de duas vias com medidas repetidas, ANCOVA para efeitos pós-intervenção. Correlação de Pearson foi usada para associações das variáveis. *Hedge's* (g) para tamanho do efeito (ES) e *Odds ratio* foi utilizado para avaliar a razão de chances de ocorrência de hipoglicemias induzida pelos exercícios. Para todas as análises utilizou-se nível de significância de $p < 0,05$. Não houve alteração significativa na HbA1c após intervenção. O GDE apresentou aumento na MM ($p=0,007$), no HDL-C ($p=0,009$), redução do TG ($p=0,044$), bem como melhoras na FPM ($p=0,010$), RML ($p=0,018$) e APCR ($p=0,043$) em relação aos valores iniciais. Para força de 1RM, o GDE teve melhores resultados para FXC ($p=0,018$), AO ($p=0,006$), e AQLD abdução ($p=0,005$), e AQLE ($p=0,001$) em relação ao início do treinamento. Na análise da qualidade de vida não foi possível detectar alterações nos índices pós-intervenção. Para as correlações das variáveis, o LDL-C apresentou correlação inversa e moderada com o NAF ($r=-0,513$, $p=0,004$). O CT também apresentou correlação inversa moderada com o NAF ($r=-0,467$, $p=0,001$). Na competência motora o GDE obteve melhor desempenho no tempo de execução comparado ao seu tempo inicial ($p=0,001$). No final de 533 sessões de treinamento,

ocorreram apenas 11 casos de hipoglicemias, cuja comparação dos grupos por tratamento, os pacientes em MDI apresentaram risco 4,5 vezes maior de desencadear hipoglicemias induzida pelos exercícios. Porém, o grupo MDI teve melhoras na FPM, RML, potência muscular teste *squat Jump* (SJ), FLEX e APCR, melhora significativa em relação aos valores iniciais, sem diferença em relação ao SICI. O grupo SICI apresentou tendência de melhoras para essas variáveis, contudo não estatisticamente significativas. Concluímos que o TF remoto é uma atividade que pode ser incorporada na rotina de crianças e adolescentes com DM1 trazendo benefícios a saúde metabólica, física e na competência motora, sendo segura e com baixo risco de desencadear hipoglicemias.

Palavras-chave: Adolescentes; treinamento de força; diabetes tipo 1; Aptidão física.

ABSTRACT

Strength training for children and adolescents with type 1 diabetes mellitus (DM1) is recommended, however the topic of the effect of strength training for this population is still scarce in the literature. The objective of the research was to verify the influence of strength training carried out remotely and synchronously on metabolic control, physical fitness, motor competence and quality of life in children and adolescents with DM1. The sample consisted of 29 children and adolescents, divided into two groups: Exercise diabetes group (GDE, n=20), of which 14 used the continuous insulin infusion system (SICI) and 6 multiple doses of insulin (MDI) and Diabetes group control (GDC, n=9). Variables of weight (kg), height (cm), muscle mass (MM), fat mass (FM), physical fitness variables, handgrip strength (HGS), strength of one repetition maximum elbow flexion 1RM were measured. (FXC), shoulder abduction (AO), right side hip abduction (AQLD) and left side (AQLE), cardiorespiratory fitness (APCR), localized muscular resistance (RML), flexibility (FLEX), muscle power through the test Squat Jump (SJ), biochemical variables, Glycated Hemoglobin (HbA1c), LDL cholesterol (LDL-C), HDL cholesterol (HDL-C), Total cholesterol (TC), triglycerides (TG), supine to stand motor competence test (STS) and quality of life using the PedsQL questionnaire. Data were collected at baseline and after 12 weeks of intervention. Information on food consumption was obtained through recalls and the average insulin dose through an interview at the beginning of the study. For 12 weeks, the GDE participated in remote strength training (TF), in real time and in groups, through a common videoconferencing platform with interaction between student and teacher (Google Meet). Each session lasted approximately 45 minutes, consisting of: warm-up, initial stretching, strength training and cool-down, three times a week. For statistics, two-way mixed factorial ANOVA with repeated measures was used, ANCOVA for post-intervention effects. Pearson correlation was used for variable associations. Hedge's (g) for effect size (ES) and Odds ratio were used to evaluate the odds ratio of exercise-induced hypoglycemia. For all analyses, a significance level of $p < 0.05$ was used. There was no significant change in HbA1c after intervention. GDE showed an increase in MM ($p = 0.007$), HDL-C ($p = 0.009$), reduction in TG ($p = 0.044$), as well as improvements in HGS ($p = 0.010$), RML ($p = 0.018$) and APCR ($p = 0.043$) in relation to initial values. For 1RM strength, the GDE had better results for FXC ($p = 0.018$), AO ($p = 0.006$), and AQLD abduction ($p = 0.005$), and AQLE ($p = 0.001$) in relation to the beginning of training. In the analysis of quality of life, it was not possible to detect changes in post-intervention indices. For the correlations of the variables, LDL-C showed an inverse and moderate correlation with PAL ($r = -0.513$, $p = 0.004$). CT also showed a moderate inverse correlation with PAL ($r = -0.467$, $p = 0.001$). In motor competence, the GDE performed better in execution time compared to its initial time ($p = 0.001$). At the end of 533 training sessions, there were only 11 cases of hypoglycemia, comparing groups by treatment, patients in MDI had a 4.5 times greater risk of triggering exercise-induced

hypoglycemia. However, the MDI group had improvements in HGS, RML, muscle power squat jump test (SJ), FLEX and APCR, a significant improvement in relation to initial values, with no difference in relation to SICI. The SICI group showed a tendency for improvements in these variables, although not statistically significant. We conclude that remote PT is an activity that can be incorporated into the routine of children and adolescents with DM1, bringing benefits to metabolic, physical health and motor competence, being safe and with a low risk of triggering hypoglycemia.

Keywords: Adolescents; strength training; type 1 diabetes; Physical aptitude.

LISTA DE QUADROS, GRÁFICOS E FIGURAS

FIGURA 1.	TRANSPORTADOR DE GLICOSE GLUT4.....	33
FIGURA 2.	DIFERENTES TIPOS, TEMPO E DURAÇÃO DE AÇÃO DAS INSULINAS DISPONÍVEIS NO BRASIL.....	36
FIGURA 3.	TEMPO DE AÇÃO DAS INSULINAS.....	37
FIGURA 4.	ULTRASOM PORTÁTIL MODELO A-MODE, BODY ARTRIX BX2000.....	58
FIGURA 5.	TESTE DE SENTAR E ALCANÇAR (TSA-BANCO DE WELLS)....	63
FIGURA 6.	SEQUÊNCIA DE ALONGAMENTOS.....	66
FIGURA 7.	INTERPRETAÇÃO DA FORÇA DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO.....	71
FIGURA 8.	MAGNITUDE DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA DA INTERVENÇÃO PARA O GRUPO DIABETES EXERCÍCIOS (COMPOSIÇÃO CORPORAL E VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS.....	85
FIGURA 9.	MAGNITUDE DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA DA INTERVENÇÃO PARA O GRUPO DIABETES EXERCÍCIOS (APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA).....	86
FIGURA 10.	COMPARAÇÃO DA MAGNITUDE DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA ENTRE O GRUPO DIABETES EXERCÍCIOS E GRUPO DIABETES CONTROLE.....	87
QUADRO 1.	PONTOS DE CORTE PARA IMC-SCORE Z.....	56
GRÁFICO 2.	MÉDIAS GLICÊMICAS PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS.....	76
GRÁFICO 3.	INGESTÃO CALÓRICA MÉDIA INICIAL E FINAL.....	77
GRÁFICO 4.	TEMPO DO TESTE DE COMPETÊNCIA MOTORA.....	90
GRÁFICO 5.	PONTUAÇÃO DO TESTE DE COMPETÊNCIA MOTORA.....	90
GRÁFICO 6.	QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA (PACIENTES), SEPARADO POR FORMA DE TRATAMENTO.....	98
GRÁFICO 7.	QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA (PAIS/RESPONSÁVEIS), SEPARADO POR FORMA DE TRATAMENTOS.....	98
GRÁFICO 8.	TEMPO DE EXECUÇÃO DO STS (SEG).....	99
GRÁFICO 9.	SCORE DE PONTUAÇÃO DO STS.....	99

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	CONTROLE GLICÊMICO RECOMENDADO POR FAIXA ETÁRIA PARA PORTADORES DE DM	28
TABELA 2.	PROGRESSÃO DO TREINAMENTO AO LONGO DAS 12 SEMANAS.....	68
TABELA 3.	PROCEDIMENTOS AVALIAÇÕES E INTERVENÇÕES A SEREM REALIZADAS.....	70
TABELA 4.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	74
TABELA 5.	PROPORÇÃO DOS GRUPOS PARA SEXO, MATURAÇÃO, APCR, NAF E IMC-z.....	75
TABELA 6.	COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS DE PA E DADOS BIOQUÍMICOS.....	78
TABELA 7.	COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS PARA A COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	80
TABELA 8.	COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS PARA AS VARIÁVEIS DEAPTIDÃO FÍSICA.....	82
TABELA 9.	COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE PACIENTES NO INÍCIO E FIM DA INTERVENÇÃO.....	84
TABELA 10	CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS DE CONTROLE GLICÊMICO, PERFL LIPÍDICO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DM1.....	89
TABELA 11.	COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO GLICÊMICA ENTRE SICI E MDI.....	91
TABELA 12.	RAZÃO DE CHANCES DE HIPOGLICEMIAS INDUZIDA PELOS EXERCÍCIOS NOS DIFERENTES TIPOS DE INSULINOTERAPIA.....	91
TABELA 13.	COMPARAÇÃO DADOS DE PA E BIOQUÍMICOS ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS INSULÍNICOS (SICI E MDI).....	93
TABELA 14.	DADOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS INSULÍNICOS.....	95
TABELA 15.	COMPARAÇÃO DADOS DE APTIDÃO FÍSICA ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS INSULÍNICOS (SICI E MDI) APTIDÃO FÍSICA.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AMPK	- Proteína quinase ativada
APCR	- Aptidão cardiorrespiratória
AFMV	- Atividade física moderada a vigorosa
AO	- Abdução do ombro
AQ	- Abdução do quadril
ATP	- Adenosina trifosfato
ATP-CP	- Adenosina trifosfato de Fosfocreatina
Bpm	- Batimentos por minuto
CA	- Circunferência abdominal
CAD	- Cetoacidose diabética
CHO	- carboidratos
CK	- Creatina quinase
Cm	- Centímetros
CrP	- Creatina fosfato
CT	- Colesterol total
DM	- <i>Diabetes mellitus</i>
DM1	- Diabetes mellitus tipo 1
DM2	- Diabetes mellitus tipo 2
DNA	- Ácido desoxirribonucleico
DRD	- Doença Renal do Diabetes
FC	- Frequência cardíaca
FCmáx	- Frequência cardíaca máxima
FLEX	- Flexibilidade
FPM	- Força de prensão manual
FSH	- Hormônio folículo estimulante
FXC	- Flexibilidade do cotovelo
GDE	- Grupo diabetes exercícios

GDC	- Grupo diabetes controle
GH	- Hormônio do Crescimento
GLIC	- Glicemia basal
GLUT	- Glucose transporter
HbA1c	- Hemoglobina glicada
HC	- Hospital de Clínicas
HDL-C	- Lipoproteína de alta densidade
IGF-1	- Fator de crescimento semelhante à insulina
IL-6	- Interleucina 6
IMC	- Índice de massa corporal
IMC-z	- Score z do índice de massa corporal
IPVC	- Idade do pico de velocidade do crescimento
kg	- Quilograma
kcal	- Quilocaloria
LDL-C	- Lipoproteína de baixa densidade
LH	- Hormônio Luteinizante
MC	- Massa corporal
MCG	- Monitor contínuo de glicose
MDI	- Múltiplas doses de insulina
mg	- Miligramas
mg/dl	- Miligramas por decilitros
MM BIO	- Massa muscular por Bioimpedância
MG BIO	- Massa de gordura por Bioimpedância
MM US	- Massa muscular avaliada por Ultrassom
MG US	- Massa de gordura avaliada por Ultrassom
mm/US	- milímetros (avaliado por Ultrassom)
mmol/L	- Milimols por litro
mUI/mL	- Mili unidade internacional
ng/dL	- Nanograma por Mililitro

N	- Tamanho da amostra
NAF	- Nível de atividade física
ND	- Nefropatia diabética
NPD	- Neuropatia periférica diabética
PI 3-quinase	- Fosfatidilinositol 3 quinase
pg/mL	- Picograma por Mililitro
PA	- Pressão arterial
PAS	- Pressão arterial sistólica
PAD	- Pressão arterial diastólica
PMMI	- Potência muscular de membros inferiores
PSE	- Percepção subjetiva de esforço
PVC	- Pico de velocidade do crescimento
QV	- Qualidade de vida
1 RM	- Uma repetição máxima
RPM	- Rotação por minuto
SICI	- Sistema de infusão contínua de insulina
SJ	-Teste Squat Jump
STS	- Supine to stand
TALE	- Termo de assentimento livre e esclarecido
TACLE	- Termo de consentimento livre e esclarecido
TF	- Treinamento de força
TG	- Triglicerídeos
TNF- α	- Fator de necrose tumoral alfa
TPF	- Treinamento progressivo de força
U/L	- Unidade Internacional
UEP	- Unidade de Endocrinologia Pediátrica
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
US	- Ultrassom
RML	- Resistência muscular localizada

VO2 - Volume de oxigênio consumido
VO2 máx - Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
1.2 OBJETIVOS.....	22
1.2.1 Objetivo geral.....	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
1.3 HIPÓTESES.....	23
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1. EPIDEMIOLOGIA, DEFINIÇÃO E FISIOPATOLOGIA DO DM1.....	25
2.2 CONTROLE GLICÊMICO NO DM1.....	26
2.3 METABOLISMO DOS CARBOIDRATOS.....	29
2.3.1 Regulação da glicose.....	30
2.4 COMPLICAÇÕES DO DIABETES MELLITUS TIPO 1.....	39
2.5 EXERCÍCIOS FÍSICOS E DIABETES MELLITUS TIPO 1.....	42
2.5.1 Tipos de exercícios físicos e Diabetes Mellitus tipo 1.....	44
2.5.2 Treinamento de força e Diabetes mellitus.....	47
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	53
3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	53
3.2.1 Critérios de inclusão.....	54
3.2.2 Critérios de exclusão.....	54
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	55
3.3.1 Avaliações antropométricas.....	56
3.3.2 Avaliação da pressão arterial (PA).....	59
3.3.3 Análises Bioquímicas.....	59
3.3.4 Avaliação da Qualidade de vida.....	60
3.3.5 Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória (APCR).....	60
3.3.6 Nível de Atividade Física (NAF).....	61
3.3.7 Avaliação de potência e força muscular.....	62
3.3.8 Flexibilidade (Banco de Wells).....	63
3.3.9 Resistência muscular localizada (RML-abdominal).....	64
3.3.10 Supine-To-Stand (STS).....	64
3.4 PROTOCOLO DE EXERCÍCIO.....	65

3.4.1 Controle glicêmico.....	69
3.4.2 Diário alimentar.....	69
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	71
4. RESULTADOS.....	73
5. DISCUSSÃO.....	100
6. CONCLUSÃO.....	121
REFERÊNCIAS.....	123
ANEXO 1.....	145
ANEXO 2.....	146
ANEXO 3.....	149
ANEXO 4.....	150
ANEXO 5.....	151
ANEXO 6.....	152

1. INTRODUÇÃO

O *diabetes mellitus* tipo 1 (DM1) é uma doença autoimune e possui como principal característica a diminuição progressiva das células beta-pancreáticas, acarretando na interrupção da produção de insulina e desequilíbrio metabólico (PETERSMANN *et al.*, 2019). A presença do desequilíbrio e o controle glicêmico inadequado podem aumentar o risco para o desenvolvimento de doenças microvasculares e cardiovasculares nas crianças e adolescentes com DM1 (SBD, 2023; MAJALIWA *et al.*, 2007). O tratamento e manejo do DM1 dependem de uma importante tríade: a insulinoterapia, a alimentação saudável e os exercícios físicos.

Destaca-se que a prática de exercícios físicos é indispensável para a manutenção da saúde e para a qualidade de vida de pessoas com DM1, proporcionando diversos benefícios, como a redução dos fatores de risco cardiovasculares e o aumento da capacitação de glicose pelo músculo, entre outros (MARTINS, 2000). No entanto, crianças e adolescentes com DM1 estão cada vez mais sedentários comparados aos seus pares sem a doença (LIMA *et al.*, 2017). Além disso, o período da pandemia do coronavírus (Covid-19), que preconizou o isolamento social, impactou negativamente nos hábitos de atividade física em todas as faixas etárias (BRITO *et al.*, 2020b), com aumento do comportamento sedentário em indivíduos com DM1 (CODO *et al.*, 2020).

A Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2023) reforça que crianças e adolescentes devem ser estimulados a praticar atividades físicas, de intensidade moderada a intensa, incluindo treinamento de força (TF), por no mínimo três dias na semana. Portanto, a prática regular de exercícios físicos deve ser incentivada em indivíduos com DM1, evitando a redução das atividades, como ocorreu no período da pandemia, que resultou em mudanças para um estilo de vida não saudável em crianças e adolescentes (BRITO *et al.*, 2020a; BRITO *et al.*, 2020b).

Neste contexto, a prescrição de exercícios de forma remota pode ser uma nova alternativa para a prática regular de exercícios para crianças e adolescentes com DM1, possibilitando o desenvolvimento de atividades que não necessitem de muito espaço, que podem ser praticadas em ambiente domiciliar e que sejam fáceis de serem executadas. Entretanto, ainda não há pesquisas que analisem programas de treinamento supervisionado de maneira remota para crianças e adolescentes diabéticas.

Dentre as diversas formas de exercícios, o treinamento de força ou contra resistência tem se tornado mais conhecido, com crescente número de salas de musculação em clubes, escolas e universidades, sendo uma das formas mais populares de exercício para melhorar a aptidão física de atletas (FLECK; KRAEMER, 2017). O treinamento de força se destaca pela utilização de pequeno espaço para sua execução, com a possibilidade da utilização de materiais e equipamentos industrializados, como os pesos livres, aparelhos de musculação, faixas elásticas e o próprio peso corporal (RHODES *et al.*, 2017). Assim, vários materiais podem ser utilizados como sobrecarga, como a confecção de objetos caseiros, a partir de garrafas e materiais de plástico preenchidos com água, terra ou pedras.

Em pessoas sem DM1, o treinamento de força melhora a pressão arterial (CORREIA *et al.*, 2023), aumenta a potência e força muscular, favorece a diminuição do percentual de gordura e aumento da massa corporal magra (SÁNCHEZ *et al.*, 2023), auxilia na homeostase da glicose, da insulina e melhora no perfil lipídico (JANKA *et al.*, 2022).

Embora exista aumento do número de publicações sobre os efeitos do treinamento de força em diversas populações e faixas etárias (BALACHANDRAN *et al.*, 2022; CORREIA *et al.*, 2023; SÁNCHEZ *et al.*, 2023; JANKA *et al.*, 2022), verifica-se escassez de estudos na população infanto-juvenil, principalmente estudos que avaliem os efeitos deste tipo de exercício no controle metabólico em DM1. Alguns estudos demonstram que em crianças e adolescentes com DM1, o treinamento de força pode melhorar a composição corporal, controle glicêmico e perfil lipídico (PETSCHNIG *et al.*, 2020; SALÉM *et al.*, 2010).

Por outro lado, a diminuição da atividade física gera impacto negativo no controle glicêmico e saúde de adolescentes com DM1 (ALJAWARNEH *et al.*, 2019). Dessa forma, a prática de exercícios físicos de forma remota pode ser uma opção para manutenção de uma vida ativa para pacientes com DM1, assim como para melhorar a competência motora, que tende a reduzir com o estabelecimento de um comportamento sedentário (SANTOS *et al.*, 2021).

A Sociedade Brasileira de Diabetes (2023) recomenda prescrição dos exercícios de força para crianças e adolescentes com DM1, e apesar dos avanços nas pesquisas ainda existem poucos dados sobre os efeitos desse tipo de exercício no controle metabólico de crianças e adolescentes com DM1, e em outras variáveis

como: composição corporal, aptidão física e qualidade de vida, principalmente quando o treinamento é desenvolvido de maneira remota.

Adicionalmente, um dos grandes obstáculos da adesão à prática regular de atividades físicas entre as pessoas com DM1 é o receio de hipoglicemias induzidas pelo exercício (CODELLA *et al.*, 2017). Pesquisas demonstram que os exercícios de força podem diminuir o risco de hipoglicemias agudas induzida pelos exercícios, quando comparado com exercício aeróbio contínuo e auxilia em melhor controle glicêmico avaliado por hemoglobina glicada (HbA1c) (FARINHA *et al.*, 2017; YARDLEY *et al.*, 2013).

Portanto, o conhecimento do efeito dos exercícios de força pode fornecer dados importantes para ajudar no encorajamento e estímulo a prática de exercícios físicos regulares por pessoas com DM1. Além disso, pode auxiliar os profissionais de educação física na orientação e prescrição de exercícios de força de maneira segura para crianças e adolescentes com DM1. Baseados nestes questionamentos a presente TESE busca: Verificar a influência do treinamento de força realizado de forma remota no controle metabólico, composição corporal, aptidão física, desempenho motor e qualidade de vida em adolescentes com DM1.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Verificar a influência do treinamento de força realizada de maneira remota e síncrona no controle metabólico, na aptidão física, competência motora e qualidade de vida em crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1).

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Verificar os efeitos do treinamento de força remoto no controle glicêmico avaliado por HbA1c e no perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1.

- b) Avaliar a influência do treinamento de força remoto na composição corporal e aptidão física de crianças e adolescentes com DM1.
- c) Avaliar e verificar a influência do treinamento de força remoto na qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1.
- d) Avaliar o tamanho do efeito clínico do treinamento de força remoto no controle metabólico, aptidão física e qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1.
- e) Analisar a relação entre as variáveis da aptidão física, controle glicêmico e perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1.
- f) Comparar efeitos na alteração da competência motora após treinamento de força em crianças e adolescentes com DM1.
- g) Comparar efeitos do treinamento de força remoto no controle metabólico, aptidão física, qualidade de vida e competência motora de crianças e adolescentes com DM1, com diferentes tipos de insulinoterapia, múltiplas doses de insulina (MDI) ou sistema de infusão contínua de insulina (SICl).

1.3. HIPÓTESES

H₁. O treinamento de força remoto proporciona melhoras no controle glicêmico e perfil lipídico.

H₂. Após intervenção com treinamento de força há melhora da composição corporal e aptidão física em crianças e adolescentes com DM1.

H₃. O treinamento de força remoto proporciona melhoras na qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1.

H₄. O treinamento de força remoto tem efeito benéfico sobre no controle metabólico, aptidão física e qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1.

H₅. Melhor aptidão física auxilia no controle glicêmico e melhor perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1.

H₆. Crianças e adolescentes com DM1 têm melhora da competência motora após o treinamento de força remoto.

H₇. Existe diferença nas respostas ao treinamento de força remoto entre os diferentes tipos de insulinoterapia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O *Diabetes mellitus* (DM) compreende um grupo heterogêneo de manifestações clínicas tendo como denominador comum a hiperglicemia, caracterizada pelo aumento da concentração da glicose sanguínea (COSTA; NETO, 2009; SBD, 2020). De maneira geral, existem dois mecanismos que podem desencadear o diabetes, no DM1 ocorre a destruição autoimune das células β do pâncreas, resultando em deficiência endógena de insulina (MOSER *et al.*, 2020), no caso do DM2 o principal mecanismo está relacionado à resistência insulínica em nível tecidual (DRASH *et al.*, 1996; RODACKI *et al.*, 2023).

O DM1 é diagnosticado geralmente na infância e adolescência e é denominado DM insulino dependente, sendo que, em geral, a apresentação clínica ocorre de forma abrupta, com necessidade de insulino terapia plena desde o diagnóstico (RODACKI *et al.*, 2023). O DM2 tende a ser diagnosticado na fase adulta e geralmente está associado à obesidade, alimentação inadequada e sedentarismo, sendo chamado de diabetes do adulto ou DM não insulino dependente e apresenta maior frequência do que o DM1 (RODACKI *et al.*, 2023; COSTA; NETO, 2009).

Para a manutenção das concentrações glicêmicas adequadas em pessoas com DM1, há necessidade de coordenar insulino terapia, alimentação e a inclusão de exercícios físicos em seu tratamento, que podem provocar efeitos agudos e crônicos dependendo do tipo e intensidade (COLBERG, 2016). Os exercícios de força têm sido recomendados como parte do tratamento de pessoas com DM1, inclusive para crianças e adolescentes (SBD, 2023), sendo fundamental destacar também a influência do treinamento de força na resposta glicêmica de pessoas com DM1.

Portanto, esta revisão de literatura abordará sobre a fisiopatologia do DM1, tratamento, dificuldade do manejo, complicações e a inclusão dos exercícios físicos suas limitações e benefícios. Ampliar o conhecimento nesta área é importante, pois a educação sobre a doença é um elemento crítico dos cuidados com o DM1 (ISPAD, 2022).

2.1. EPIDEMIOLOGIA, DEFINIÇÃO E FISIOPATOLOGIA DO DM1

O DM é problema de saúde pública, e exerce forte impacto aos gastos públicos, mundialmente as despesas diretas com saúde estão perto de um trilhão de dólares e irão exceder este valor até 2030 (IDF 2021; OMS 2019). Dados recentes do *International Diabetes Federation* (IDF, 2021) estimam que 537 milhões de pessoas no mundo tenham DM, e este número está projetado para atingir 643 milhões até 2030, e 783 milhões até 2045, incluindo casos de DM2 e DM1. O DM2 é o tipo mais frequente, porém esta revisão abordará o DM1, forma mais comum na infância e adolescência.

O número de crianças e adolescentes com idades até 19 anos, que vivem com DM1 aumenta anualmente, em 2021, o número de crianças e adolescentes no mundo com diabetes ultrapassou 1,2 milhão de casos (IDF, 2021). O DM1 é menos comum em comparação ao DM2, e representa 10 a 20% dos casos, porém há aumento de 3% de novos diagnósticos a cada ano, principalmente em crianças, aproximadamente 86.000 desenvolvem DM1 anualmente (IDF, 2019). A Europa tem o maior número de crianças com DM1, aproximadamente 140.000 e com aumento de novos casos a cada ano (IDF, 2021).

A incidência do DM1 é bastante variável no mundo, com uma variação de 1 a 2 casos a cada 100.000 habitantes no Japão e 40 casos a cada 100.000 habitantes na Finlândia (IDF, 2019). No Brasil, há aproximadamente 12 milhões de pessoas com DM e 10% com DM1, sendo que a doença está atrás apenas da asma e obesidade em frequência de doenças crônicas em crianças e adolescentes (OMS, 2018; MAAHS *et al.*, 2010). O Brasil está em terceiro lugar no total de crianças com DM1, depois da Índia e Estados Unidos (IDF, 2019).

Como definição o DM1 é uma doença endócrino metabólica, causada devido à destruição autoimune das células β , geralmente levando à deficiência relativa ou absoluta de insulina (ADA, 2018; BANDAY; SAMEER; NISSAR, 2020). A doença é caracterizada por desencadear uma série de distúrbios metabólicos, devido à deficiência insulínica e dificuldade de utilização da glicose pelo organismo (ROBERGS; ROBERTS, 2002). A principal característica do indivíduo com DM1 é o excesso de glicose sanguínea (hiperglicemia), a falta de insulina impede a glicose de ser absorvida pelas células ocasionando vários efeitos e distúrbios no metabolismo principalmente dos carboidratos (ADA; 2022; SIMÕES; MENDONÇA; SILVA; 2002).

Em geral, o DM1 é diagnosticado com quadro grave e agudo de hiperglicemia, com a necessidade de internação e assistência médica imediata (ADA, 2019; IDF 2019; OLIVEIRA; VENCIO, 2014). Esse tipo de diabetes acomete preferencialmente crianças e adolescentes (SIMÕES; MENDONÇA; SILVA; 2002).

O grau de destruição e a velocidade de progressão da doença são variadas, o que justifica a diversidade de espectro clínico e evolução dos pacientes. A destruição auto-imune das células β das Ilhotas de Langerhans provoca deficiência na produção de insulina, com isso a glicose não entra nas células e as concentrações de glicose no sangue aumentam levando a hiperglicemia (KAHALY e HANSEN, 2016; SMELTZER; BARE, 2002).

Sobre os mecanismos relatados na patogenia do DM1, Fernandes *et al.* (2005), citam como mais relevantes a participação de várias células constituintes do sistema imune, tais como os linfócitos T, linfócitos B e as células apresentadoras de antígenos (APC), como macrófagos e células dendríticas, também a participação de autoanticorpos específicos para antígenos das ilhotas pancreáticas e citocinas pró-inflamatórias.

Tanto no DM2 como no DM1 há fatores inflamatórios aumentados, tais como fator de necrose tumoral α (TNF- α), e interleucina 6 (IL-6), no caso do DM1 esses fatores podem mediar à destruição das células beta por estarem implicados no processo autoimune (CAMPBELL; HARRISON, 1990; KATSUKI *et al.*, 1998; HAK *et al.*, 2001).

Para um melhor controle da doença é importante entender como deve ser o tratamento, o controle e monitoramento da glicemia, como são realizadas as avaliações e quais as metas para um bom controle glicêmico, esses assuntos serão abordados no tópico seguinte.

2.2 CONTROLE GLICÊMICO NO DM1

O monitoramento e controle da glicemia devem ser diários e o objetivo principal é avaliar o nível glicêmico para auxiliar na redução dos riscos de complicações agudas, como as hipoglicemias ou hiperglicemias, assim como das complicações crônicas micro e macrovasculares. A recomendação é que as avaliações glicêmicas sejam realizadas de quatro a seis vezes por dia (ISPAD, 2018).

A mensuração da glicemia geralmente é realizada em jejum e pós-prandial (após as refeições), por meio de um glicosímetro portátil, aparelho que fornece o valor da glicemia sanguínea circulante em poucos segundos (ADA, 2023). Os glicosímetros possuem leituras que são bastante precisas com coeficiente de variação abaixo de 5%, o auto monitoramento é usualmente feito por meio da obtenção de sangue capilar em fitas reagentes acopladas aos glicosímetros que fornecem os resultados em poucos segundos (GROSS *et al.*, 2002; SPRADA MIRA *et al.*, 2006;).

Além das leituras avaliadas em casa, recomenda-se que todo paciente com DM1 realize a mensuração da glicemia de jejum em laboratório e da hemoglobina glicada (HbA1c), sendo que este último exame reflete a média da glicemia dos últimos 3 a 4 meses (ADA, 2022). No sangue, a glicose liga-se de maneira irreversível à hemoglobina em um processo chamado glicação não-enzimática. A taxa de glicação da fração A1c da hemoglobina A (HbA1c) é expressa em porcentagem e tem relação com a média das glicemias diárias (SBD, 2023). O termo hemoglobina glicada compreende um grupo de substâncias formadas a partir desta ligação da glicose e a hemoglobina. O período de vida da hemácia é em média 90 dias, e neste período a glicose vai se incorporando a hemoglobina, devido à concentração aumentada da glicose sanguínea (SUMITA; ANDRIOLO, 2008).

As concentrações elevadas de HbA1c estão relacionadas à complicações microvasculares e macrovasculares (PITITTO *et al.*, 2023). Evidências em adultos mostram que o controle glicêmico adequado avaliado por HbA1c está associado com menores complicações microvasculares (ISPAD, 2018).

Os valores de referência da HbA1c, e da glicemia antes das refeições (pré-prandial) e após as refeições (pós-prandial) variam com a idade conforme demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1: CONTROLE GLICÊMICO RECOMENDADO POR FAIXA ETÁRIA PARA PORTADORES DE DM

	Pacientes com DM1 ou DM2	Idoso com DM	Criança e adolescente
HbA1c %	<7,0	<7,5	<7,0
Glicemia de Jejum e Pré Prandial	80 - 130	80 – 130	70 - 130
Glicemia 2h Pós Prandial	<180	<180	<180
Glicemia ao deitar	90 - 150	90 - 150	90 _ 150

Fonte: Adaptado da Sociedade Brasileira de Diabetes, 2023. HbA1c: Hemoglobina glicada. DM=Diabetes Mellitus. DM1=Diabetes Mellitus tipo 1. DM2= Diabetes Mellitus tipo 2.

Ao se exercitar, as pessoas com DM1 precisam redobrar os cuidados com a monitoração, devendo ser realizada antes, após a prática e durante se o exercício for de longa duração, pois ele pode alterar o controle metabólico e levar a hipoglicemias. Ao praticar exercícios, pode ser difícil conseguir um controle glicêmico rigoroso devido à influência dos exercícios, por isso intensificar o monitoramento é importante para prevenir complicações tardias do diabetes e ao mesmo tempo, evitar as hipoglicemias (BARLOVIC *et al.*, 2022; GOULET *et al.*, 2005).

Portanto, a monitorização da glicemia para a realização da atividade física é essencial. A realização de exercícios de intensidade leve, em pacientes diabéticos que estejam sem insulina por um período de 12 a 48 horas, pode aumentar a hiperglicemia pré-existente e causar cetonúria nesta situação (ADA, 2019; WELTMAN *et al.*, 2009).

Novos métodos de monitoração estão sendo utilizados, dentre eles os monitores contínuos de glicose (MCG). Assim, como a auto monitoração da glicose sanguínea faz parte do cotidiano do paciente com diabetes, sendo considerado crucial no controle glicêmico, o MCG é uma alternativa que permite um melhor controle (WOJCIECHOWSK *et al.*, 2011). Um estudo de revisão demonstrou que o sistema MCG tem efeito muito favorável sobre o controle glicêmico tanto em adultos como crianças com DM1, diminuindo inclusive a incidência de hipoglicemias (WOJCIECHOWSK *et al.*, 2011).

Portanto, destaca-se que o MCG fornece informações da concentração da glicose sanguínea a cada cinco minutos, avaliada por um sensor aplicado no interstício do paciente. É realizada a aplicação de um sensor de glicose subcutâneo no paciente e fixado à pele com uma tira de Micropore ou Tegaderm, então é conectado a um aparelho monitor de glicose (CGMS System Gold Monitor®,

Minimed, Inc.) O monitor armazena até 288 medidas de glicose intersticial por dia de exame com medições a cada cinco minutos (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Tendo em vista a dificuldade de controle das concentrações glicêmicas, suas influências e variações, o próximo tópico abordará uma revisão do metabolismo dos carboidratos, descrevendo os aspectos fisiológicos tanto em indivíduos sem o diabetes e o que ocorre nos indivíduos com DM1.

2.3 METABOLISMO DOS CARBOIDRATOS

Os carboidratos servem como o principal substrato energético durante esforços físicos. Porém, infelizmente o consumo excessivo de carboidratos pode facilmente auxiliar no aumento do peso e gorduras corporais. Portanto, os carboidratos podem ser utilizados para obtenção de energia (ATP) ou para funções anabólicas, como a produção de ácidos graxos (CHANDEL, 2021).

O metabolismo dos carboidratos acontece em todo o sistema digestório. A digestão e absorção dos carboidratos ingeridos ocorrem após hidrólise que acontece por reações enzimáticas em diferentes segmentos do trato gastrointestinal, inicia no processo de mastigação, por meio da ação da enzima α -amilase salivar (ptialina) que hidrolisa as ligações glicosídicas (VOET; VOET; PRATT, 2000). Os estímulos visuais, pensamento ou cheiro de alimentos, bem como a presença dos alimentos na boca estimulam a produção de saliva e a enzima amilase salivar, possibilitando a realização da hidrólise enzimática das macromoléculas ingeridas, que são reduzidas a partículas menores (STRYER; LUMBERT, 2006).

Ao chegar ao estômago ocorre à ação do suco gástrico secretado pelas glândulas localizadas na parede estomacal formando o bolo alimentar que é lubrificado e transformado em quimo (massa acidificada e semilíquida). Nesta etapa, o bolo alimentar está pronto para ir para o intestino delgado e dar continuidade ao processo de digestão (VOET; VOET; PRATT, 2000). Ao passar pelo duodeno os fragmentos hidrolisados, sofrem a ação da enzima alfa-amilase pancreática que hidrolisa e transforma os polissacarídeos no monossacarídeo glicose, dissacarídeo maltose e trissacarídeo maltotriose (NELSON; COX; LEHNINGE, 2002).

Na superfície intestinal ocorre a hidrólise final de dissacarídeos e oligossacarídeos, realizada por enzimas como a maltase, dextrinase e isomaltase,

que estão presentes nas células epiteliais do intestino delgado, possibilitando que a absorção da glicose seja finalizada (STRYER; LUMBERT, 2006).

Após a absorção ocorre aumento das concentrações de glicose na corrente sanguínea, a glicose é o principal substrato energético e o mais importante para o funcionamento adequado do organismo, pois é responsável pelo fornecimento de adenosina trifosfato (ATP) tanto em condições aeróbicas como anaeróbicas (COLBERG, 2003; ROBERGS; ROBERTS, 2002). Em condições de altas concentrações de glicose na corrente sanguínea, as células beta pancreática liberam insulina que funciona como uma espécie de chave na membrana celular e aceleram o transporte de glicose para dentro das células (TORTORA; GRABOWSKI, 2003). A entrada da glicose é por difusão facilitada, que depende da ação de proteínas transportadoras (*glucose transporter* ou GLUTs), com a finalidade de ser utilizada como fonte energética para ressíntese de ATP (MACHADO, 1998).

Em contrapartida em condições de baixas concentrações de glicose na corrente sanguínea as células alfa pancreáticas liberam outro hormônio, o glucagon, que estimula o fígado a acelerar o processo de glicogenólise, ou seja, a quebra do glicogênio em glicose novamente normalizando as concentrações glicêmicas do organismo (RIDDELL *et al.*, 2017; TORTORA; GRABOWSKI, 2003).

A manutenção das concentrações normais de glicose no sangue é fundamental, ela é mantida pela gliconeogênese e pela glicogenólise. Quedas acentuadas das concentrações glicêmicas e hipoglicemias graves podem prejudicar a função cerebral, resultando em tonturas e inconsciência. Quando ocorrem essas alterações na glicemia, as células do fígado e dos rins podem gerar glicose convertendo o glicogênio armazenado no fígado em glicose ou sintetizando novas moléculas de glicose (gliconeogênese) para manter as concentrações de glicose no sangue (CHANDEL *et al.*, 2021)

2.3.1 Regulação da glicose

As células musculares são responsáveis por 75% da captação da glicose para ser usada como energia ou armazenada como glicogênio (DEFRONZO *et al.*, 2004; GERICH *et al.*, 2000). Por meio de diversos mecanismos, o organismo em condições normais regula as concentrações da glicemia, que em geral varia entre 70

e 100mg/dl e é facilitada por hormônios produzidos pelo pâncreas (FAUCI *et al.*, 2008).

O pâncreas é uma glândula localizada no abdômen, entre o duodeno e o baço, uma de suas principais funções é a produção endócrina de hormônios que regulam a glicose como a insulina e o glucagon (CANALI; KRUEL, 2001; TORTORA; GRABOWSKI, 2003). A função endócrina do pâncreas é desempenhada por aglomerados de células, dispersas no tecido pancreático, denominados Ilhotas de Langerhans, as células beta são as mais numerosas, correspondendo a aproximadamente 70 – 80% das células das ilhotas pancreáticas, elas são responsáveis pela síntese e pela secreção, principalmente, da insulina (MONTENEGRO-JUNIOR *et al.*, 2016).

A Insulina é um hormônio anabólico importante para o transporte de glicose através da membrana, formação de glicogênio hepático e muscular, síntese de DNA e síntese proteica. A insulina é sintetizada e armazenada nas células beta das ilhotas pancreáticas e a elevação das concentrações sanguíneas da glicose estimula a liberação da insulina armazenada (COSTA *et al.*, 2003; MONTENEGRO-JUNIOR *et al.*, 2016).

Após uma refeição e aumento da concentração de glicose na corrente sanguínea ocorre rapidamente à secreção de insulina pelo pâncreas, o que suprime a gliconeogênese hepática por meio da ativação da enzima glicogênio sintase e inativação da enzima glicogênio fosforilase, resultando na síntese de glicogênio hepático. A insulina também estimula a captação de glicose no músculo e no tecido adiposo para armazenamento, ações que de forma coletiva, reduzem as concentrações de glicose no sangue (CHANDEL, 2021).

No período pós-prandial (após as refeições), a concentração aumentada de glicose na corrente sanguínea precisa entrar nas células, esse transporte ocorre por meio de difusão facilitada e auxiliada por proteínas transportadoras específicas (*glucose transporter*) chamadas GLUTs (HUANG e CZECH, 2007).

As proteínas GLUT, são codificadas pelos genes SLC2 e fazem parte da principal superfamília facilitadora de transportadores da membrana. Em humanos são expressas quatorze proteínas GLUT, e são categorizadas em três classes com base na similaridade de sequência. As GLUTs 1–5 são as mais estudadas e têm funções bem estabelecidas como transportadoras de glicose e/ou frutose em vários tecidos e tipos de células (MUECKLER *et al.*, 2013).

Os transportadores GLUTs atuam em diferentes tecidos do corpo humano, dentre eles podemos citar o transportador GLUT1, que é expresso em muitos tipos de células, em seu nível mais alto na membrana dos eritrócitos humanos, por meio da qual a glicose se equilibra livremente entre o soro e o citoplasma dos glóbulos vermelhos. Dessa forma, a função do alto nível de expressão de GLUT1 nos eritrócitos pode ser aumentar efetivamente a capacidade de transporte de glicose no sangue. No cérebro o GLUT1 desempenha papel crítico na captação cerebral de glicose, como a principal isoforma do GLUT expressa nas células endoteliais cerebrais (MUECKLER, 2013).

O GLUT2 é o principal transportador de glicose dos hepatócitos, onde está envolvido na captação e liberação de glicose respectivamente nos estados alimentado e em jejum (GUILAM *et al.*, 1998). O GLUT5 é uma proteína transportadora de frutose, com pouca ou nenhuma afinidade pela glicose. Dois genes codificantes, são responsáveis pela expressão dos GLUT6, encontrados nos leucócitos (MUECKLER, 2013). O GLUT7 é sugerido como transportador no retículo endotelial dos hepatócitos e não é caracterizado e reconhecido por parte da literatura. Novas proteínas descritas são os GLUT9 presentes no fígado e rins, o GLUT11 presente no coração e músculo esquelético e atua em conjunto com o GLUT4 no tecido muscular (BROWN, 2000; MUECKLER, 2013).

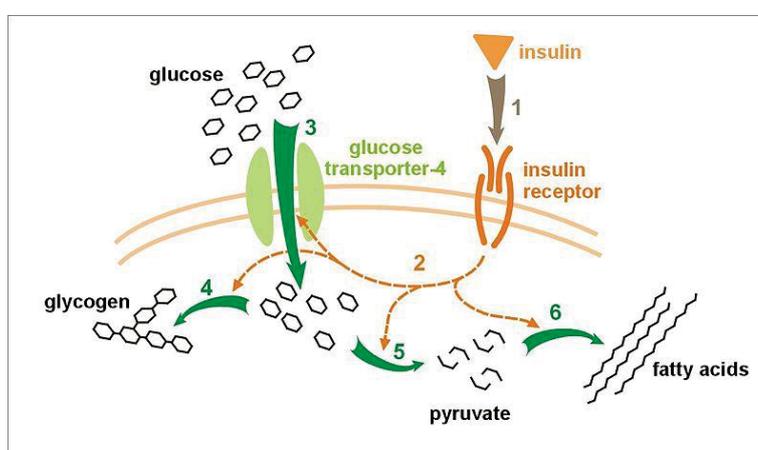
O principal transportador de glicose nos músculos é o GLUT4, expresso mais especificamente no músculo esquelético, adipócitos e cardíaco, ele é chamado de transportador de glicose responsivo à insulina (HUANG; CZECH, 2007). Sob condições basais e insulina baixa, o GLUT4 permanece principalmente nos compartimentos da membrana intracelular, aproximadamente 90% do GLUT 4 fica estocado dentro de vesículas específicas intracelulares. A presença de insulina faz com que ocorra movimento do GLUT 4 para fora das vesículas, translocando-se para a membrana celular para favorecer a captação da glicose, este estímulo ocorre em decorrência da ativação de uma enzima chamada fosfatidilinositol 3-quinase (PI 3-quinase), considerada a única molécula intracelular essencial para o transporte da glicose (CZECH; CORVERA, 1999; SHEPHERD; KAHN, 1999).

Com o estímulo devido à concentração aumentada de glicose na corrente sanguínea ocorre aumento dos níveis circulantes de insulina após uma refeição com carboidratos. Assim, os transportadores intracelulares de glicose são então redistribuídos para a membrana plasmática, facilitando e aumentando assim a

captação e o metabolismo da glicose nesses tecidos, prevenindo elevações crônicas nas concentrações de glicose no sangue (MUECKLER *et al.*, 2013; PASSOS; BARRETOS; DINIZ, 2006).

A sinalização da insulina e translocação do GLUT 4 facilita a entrada da glicose nas células que serão oxidadas ou armazenadas na forma de glicogênio (KOUMANOV *et al.*, 2005).

FIGURA 1: TRANSPORTADOR DE GLICOSE GLUT4



Fonte: <https://maestrovirtuale.com/glut4-caracteristicas-estrutura-funcoes/>

Após a glicose sanguínea ser captada pelos GLUTs4, ela é convertida em glicose 6-fosfato, catalisada pela enzima Hexoquinase. Na situação de estar armazenada na forma de glicogênio, primeiro ele precisa ser convertido para glicose 1-fosfato e depois em glicose 6-fosfato por meio da enzima fosfoglicomutase (MAUGHAN *et al.*, 2000).

Dentro das células, a glicose é utilizada como substrato para a ressíntese de energia na forma de ATP. Essa ressíntese pode ocorrer a partir da creatina fosfato (CrP) sem a presença de oxigênio (Sistema do fosfagênio ou ATP-CP), referida como metabolismo anaeróbio e produção de ATP na presença de oxigênio pela respiração celular na mitocôndria por meio do metabolismo aeróbio (COLBERG *et al.*, 2003).

Altas concentrações de glicose e a presença de insulina também estimularão a síntese de glicogênio pelo fígado que passa a ser um armazenador de glicose, a enzima responsável por essa reação é a glicoquinase e possui baixa afinidade com a glicose, portanto, o fígado irá fosforilar (adicionar fosfato) e garantir a permanência

da glicose na forma de glicogênio dentro das células hepáticas (MARZZOCO; TORRES, 1999).

Quando as concentrações de glicose sanguínea estão reduzidas, as células alfa pancreáticas liberam outro hormônio, o glucagon, que é antagônico a insulina, atua aumentando as concentrações de glicose sanguínea por meio da quebra do glicogênio em glicose (glicogenólise) (GELLING *et al.*, 2003). Do ponto de vista metabólico, a situação se caracteriza essencialmente pelo recurso às reservas hepáticas de glicogênio para manutenção glicêmica. Dessa forma, o fígado fornecerá glicose em quantidades correspondentes às necessidades dos tecidos que não podem ficar sem o substrato (FELIG *et al.*, 1975).

Além da sinalização da insulina, os exercícios também possuem efeito na translocação do GLUT 4, mesmo na ausência de insulina, estudos realizados em laboratórios com ratos demonstram aumento da captação de glicose sanguínea em até cinco vezes, mesmo na ausência de insulina, estimulada pela contração muscular (DOUEN *et al.*, 1990; PLOUG *et al.*, 1984).

Em estudo que avaliou pessoas sem diabetes e com diabetes submetidos a uma sessão de exercícios de 45 a 60 minutos em cicloergômetro 60 a 70% do VO₂ máx demonstrou aumento no conteúdo de GLUT 4 presente na membrana celular. A resposta ocorreu em 74% no grupo com diabetes e 71% no grupo sem diabetes após a sessão de exercício, demonstrando que além dos defeitos da captação de glicose via insulina, diabéticos respondem bem a translocação do GLUT 4 com a ação muscular (KENNEDY *et al.*, 1999).

A sinalização por meio da insulina e da contração muscular na translocação do transportador de glicose (GLUT 4) possuem diferentes mecanismos. Na presença de insulina é mediado por meio da ativação da PI-3 Quinase, a translocação mediada pela contração muscular tem sido apontada por meio da sinalização da proteína Quinase ativada (AMPK). Esta proteína é sensível ao estado energético celular e ativada pela relação AMP-ATP (JESSEN; GOODYEAR, 2005).

Quando ocorre situação em que a relação AMP: ATP aumenta, acontece mudança conformacional na molécula, deixando-a suscetível à fosforilação e ativação pela AMPK quinase (HARDIE; CARLING, 1997). Como a atividade contrátil altera as concentrações de fontes energéticas celulares e ativa a AMPK em exercício, ela está relacionada ao transporte de glicose através da membrana (JESSEN; GOODYEAR, 2005).

Com a prática de atividades físicas, diminuição das concentrações da glicose sanguínea e liberação do hormônio glucagon que age favorecendo a glicogenólise hepática, isso faz com que aumente a oferta de glicose em até duas vezes, estabilizando assim as concentrações glicêmicas (CAMACHO *et al.*, 2005).

A intensidade e tipo do exercício influenciam na contribuição de glicose sanguínea e do glicogênio muscular como substrato energético para fornecer substratos para a ressíntese de ATP (adenosina trifosfato). No caso da utilização do glicogênio ocorre a ação da enzima glicogênio fosforilase, que catalisa o primeiro passo na glicogenólise (degradação do glicogênio em forma de glicose), e sua ação é mediada por meio das catecolaminas adrenalina e noradrenalina, ativação do AMPc e estimulação do cálcio (LIMA-SILVA *et al.*, 2007; MAUGHAN *et al.*, 2000).

2.3.2 Regulação da glicose no Diabetes Mellitus tipo 1

O mecanismo de regulação e contra regulação que foi descrito em relação à manutenção das concentrações de glicose sanguínea ocorrem de maneira deficitária em pessoas com DM1, devido à destruição das células beta pancreáticas, pessoas com DM1 não possuem a liberação de insulina no organismo para facilitar a entrada da glicose nas células (ADA, 2014).

Com a falta de insulina é necessária à sua reposição que deve ser realizada de maneira exógena, em geral por meio de injeções aplicadas na camada de gordura subcutânea, os locais possíveis de aplicação são os membros inferiores, membros superiores, glúteos e região abdominal. A estratégia de reposição de insulina busca substituir a secreção fisiológica, geralmente assume-se 50% da secreção como componente basal, ao longo de todo o dia, e os outros 50% como componente prandial, em resposta às refeições (COSTA; ROSSI; GARCIA, 2003; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2023).

O objetivo da insulino terapia é simular o padrão normal de secreção de insulina do pâncreas, que em condições normais secreta pequenas quantidades de insulina durante o dia e após a ingestão de alimentos, devido ao aumento da glicose circulante, para manter as concentrações da glicose adequadas (SMELTZER; BARE, 2002).

Pessoas com diabetes aplicam insulina de três a seis vezes ao dia, com uma combinação de insulinas com tempos de ação diferentes. De maneira geral, as

insulinas podem ser classificadas de acordo com o seu tempo de ação (ultrarrápida, rápida e prolongada). Para entender como cada insulina funciona é preciso saber alguns termos básicos (DANNE *et al.*, 2018).

- Início da ação: quando a insulina começa a sua ação.
- Pico de ação: A hora que a insulina atinge o ponto máximo da sua ação.
- Duração: O tempo total que a insulina age no metabolismo.

A **Figura 2** demonstra os diferentes tipos, tempo e duração de ação das insulinas disponíveis no Brasil.

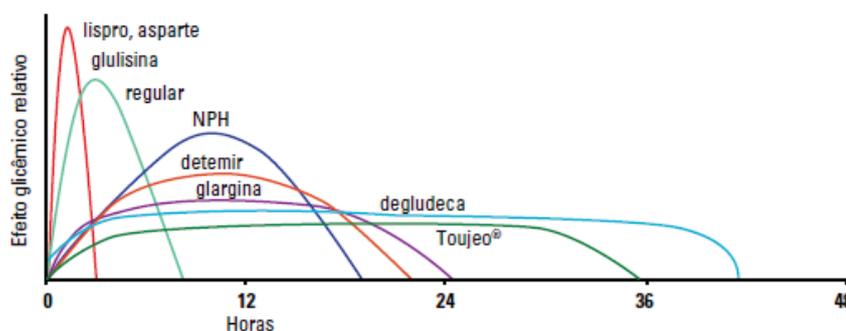
FIGURA 2: DIFERENTES TIPOS, TEMPO E DURAÇÃO DE AÇÃO DAS INSULINAS DISPONÍVEIS NO BRASIL

TIPO	NOME	INÍCIO	PICO	DURAÇÃO
Insulinas Basais				
Insulina intermediária	NPH	2-4h	4-10h	10-18h
Análogo de ação longa	Glargina U100	2-4h	-	20-24h
Análogo de ação intermediária	Detemir	1-3h	6-8h	18-22h
Análogo de ação ultra-longa	Glargina U300	6h	-	36h
	Degludeca	<4h	-	42h
Insulinas Prandiais				
Insulina Rápida	Regular (Humulin R/Novolin R)	30-60 min	2-3h	5-8h
Análogo de ação ultra-rápida	Asparte (Novorapid)	5-15 min	30min-2h	3-5h
	Lispro (Humalog)			
	Glulisina (Apidra)			
	Fast Aspartate (Fiasp)	2-5 min	1-3h	5h
	Inalada (Afrezza)	imediatamente	10-20 min	1-2h
Insulinas Pré-Misturadas				
NPH/Regular	70% NPH/30% R (Humulin 70/30)	30min-1h	3-12h	10-16h
NPL/Lispro	75% NPL/25% Lispro (Humalog Mix 25)	5-15 min	1-4h	
	50% NPL/50% Lispro (Humalog Mix 50)			
NPA/Asparte	70% NPA/ 30% Aspart (NovoMix 70/30)			

Abreviaturas: NPH, insulina hagedornprotamina neutra. Todas as insulinas utilizadas devem ser produzidas em condições de "Boas Práticas de Fabricação / Boas Práticas de Laboratório.

Fonte: Sociedade Brasileira de Diabetes 2023

A figura 3 demonstra uma comparação entre os tempos de início e pico de ação de alguns tipos de insulina.

FIGURA 3: TEMPO DE AÇÃO DAS INSULINAS

Adaptado de: McMahon GT, et al. Intention to Treat — Initiating Insulin and the 4-T Study. *N Engl J Med.* 2007;357(17):1759-61. Disponível em: <http://content.nejm.org/cgi/content/short/357/17/1759>.

Fonte: Pires; Chacra, 2008

O paciente com DM1 deve ter disciplina e, de certa forma, “ser” o seu pâncreas, simulando sua função ao controlar a glicemia e utilizar a insulina de forma exógena. Outra forma de tratamento utilizado hoje é o Sistema de infusão contínuo de insulina (SICI), um dispositivo mecânico eletrônico que realiza infusão contínua de insulina por até 24 horas, feita por uma programação prévia, esse sistema auxilia no controle glicêmico em adolescentes com DM1 (SBD, 2020).

O dispositivo injeta insulina de forma contínua, por meio de um cateter, inserido no tecido subcutâneo, geralmente na parede abdominal (MINICUCCI *et al.*, 2007; SILVA JÚNIOR, 2023). O dispositivo basicamente funciona como um pâncreas artificial externo e é composto por reservatório de insulina, cateter, cânula e baterias.

Tanto o SICI quanto a terapêutica de múltiplas doses de insulina (MDI) são meios efetivos e seguros no manejo intensivo do diabetes e tem por objetivo chegar a concentrações glicêmicas mais próximas do normal, diminuir as hipoglicemias e obter a melhora da qualidade de vida (SBD, 2020).

Outro fator para a regulação da glicose é a alimentação, o objetivo nutricional do paciente com DM1 é fornecer todos os macronutrientes e micronutrientes necessários (carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais). Além disso, é importante manter o peso corporal adequado, atender as necessidades energéticas diárias e evitar grandes alterações na concentração de glicose no decorrer do dia. O ideal é a manutenção das concentrações glicêmicas o mais próximo do normal, desta forma o manejo nutricional para pessoas com DM1 devem

incorporar estratégias que otimizem o controle glicêmico, enquanto promove a saúde a curto e em longo prazo (COTRAN; KUMAR; ROBBINS, 1994; RIDDELL, 2017).

A alimentação dos pacientes deve ser prescrita de forma individualizada, levando em consideração suas preferências, estilo de vida, origem étnica e cultural (SARTORELLI; FRANCO, 2003). Com a inclusão dos exercícios na rotina do diabético, a alimentação e doses de aplicação de insulina podem sofrer adequações como ajustes nos hábitos alimentares podendo ter maior flexibilidade na quantidade e conteúdo das refeições (COSTA; ROSSI; GARCIA, 2003). Uma abordagem individualizada de planejamento das refeições é fundamental para melhoria do desempenho nos exercícios e melhores resultados no controle glicêmico (RIDDELL *et al.*, 2017).

Outro ponto importante do plano alimentar e a insulino terapia para manutenção das concentrações adequadas de glicose no sangue é minimizar os casos de hiperglicemias e hipoglicemias. A hiperglicemia é a concentração elevada de glicose no sangue, e de acordo com Damiani e Damiani (2008) o principal problema normalmente associado ao estado hiperglicêmico é a cetoacidose diabética (CAD) caracterizado pelo aumento de corpos cetônicos na corrente sanguínea.

O déficit de insulina e altas concentrações de glicose estimulam a liberação de hormônios como glucagon, catecolaminas, cortisol e hormônio do crescimento (GH), esses hormônios ativam a produção hepática de glicose. Como a entrada da glicose na célula está dificultada, acontece liberação de ácidos graxos do tecido adiposo (lipólise) e produção de corpos cetônicos que pode levar a um edema cerebral (DAMIANI; DAMIANI, 2008).

É importante evitar as hiperglicemias e a cetoacidose (CAD), pois a incidência de edema cerebral em casos de cetoacidose diabética varia entre 0,7 a 4,3% e a mortalidade entre 30% a 64% (ROSENBLOOM, 2007). A CAD resulta da deficiência profunda de insulina e do excesso dos hormônios contra-reguladores, como por exemplo, o glucagon, cortisol e catecolaminas. Nas fases iniciais do desenvolvimento do DM1, a hiperglicemia proveniente da dieta pode modular a apoptose (morte) das células beta pancreáticas acelerando o processo (BARONE *et al.*, 2007; PICK *et al.*, 1998).

Outro problema para a manutenção da glicose sanguínea é a resistência insulínica, caracterizada quando o corpo não responde de maneira adequada à

insulina (FERREIRA; OLIVEIRA; FRANCA, 2007). Apesar da resistência insulínica ser comum no diabetes tipo 2, indivíduos com DM1 também podem desenvolver. No DM1, como a insulina exógena não é totalmente igual à produzida pelo pâncreas, o corpo pode produzir anticorpos contra ela, que interfere em sua atividade, e faz com que o indivíduo com DM1 necessite de doses maiores de insulina que as habituais para evitar as hipoglicemias (FREITAS; CORREA; MARCON, 2002; SBD, 2023).

Além disso, existe o risco de ocorrer hipoglicemias, que é caracterizado pela concentração baixa de glicose sanguínea, a *American Diabetes Association* (ADA, 2014) adota para ponto de corte da hipoglicemia valores igual ou menor que 70 mg/dl. Em quadros de hipoglicemias seus principais sintomas são classificados como autonômicos, em consequência da ativação do sistema simpático-adrenal, mediados por epinefrina ou norepinefrina e acetilcolina (palpitações, tremores, ansiedade, sudorese, fome, parestesias) e os sintomas neuroglicopênicos, (irritabilidade, confusão mental, dificuldade de raciocínio, dislalia, visão turva, cefaleia, coma e morte) (MCCRIMMON *et al.*, 1995; RODRIGUES *et al.*, 2023).

O controle glicêmico adequado tem como objetivo a prevenção de complicações agudas como as hipoglicemias. Diante disso, a falta de controle do metabolismo da glicose em curto, médio e longo prazo, pode acarretar em complicações agudas e crônicas, que serão descritas a seguir.

2.4 COMPLICAÇÕES DO DM1

O indivíduo com DM1 pode ter uma vida normal, ativa e saudável, o problema ocorre quando não há bom controle glicêmico, que pode acarretar em complicações agudas como a hipoglicemia ou as crônicas secundárias devido às elevadas concentrações de glicose no sangue que favorecem a complicações crônicas microvasculares (SBD, 2014). Por isso, o grande desafio e objetivo principal do tratamento do DM1 é alcançar um controle glicêmico adequado, e por meio disto buscar prevenir a ocorrência de complicações agudas ou crônicas (BENHALIMA; STANDL; MATHIEU, 2011).

As complicações agudas são caracterizadas pelas reduções das concentrações glicêmicas ou hipoglicemias, valores glicêmicos abaixo de 50 mg/dL (2,8 mmol/L), que podem comprometer as funções cognitivas e requer início do tratamento o mais rápido possível para evitar a evolução para estágios mais graves,

como o estado de coma hipoglicêmico, danos cerebrais e prejuízo do funcionamento neuropsicológico (ADA, 2014). Desta forma, a hipoglicemia é a principal complicação aguda e mais frequente em pacientes com DM1 (BLASETTI *et al.*, 2011), que pode causar a morte dos pacientes se ocorrer de forma grave durante o sono, fato chamado de síndrome da morte na cama (TU; TWIGG; SEMSARIAN, 2010).

Por outro lado, as hiperglicemias podem desencadear a acidose metabólica (cetoacidose), com a glicose sanguínea aumentada o corpo tenta utilizar as gorduras corporais produzindo acúmulo de corpos cetônicos no sangue por falta de insulina, por meio do aumento do glucagon e elevação dos hormônios contrarreguladores levam a elevação do ácido acetótico (hidroxibutírico), resultando em acidose metabólica, podendo haver até risco de morte (GUYTON; HALL, 2002). Atualmente, a mortalidade relacionada à cetoácidos é inferior a 1%, contudo, pode ser maior que 5% em indivíduos idosos ou com doenças graves. Quando evolui para edema cerebral, a mortalidade chega a atingir 30% ou mais dos pacientes (SANTOMAURO *et al.*, 2023).

As hiperglicemias constantes provocam alterações e lesões nos vasos, nervos e outras estruturas, algumas substâncias derivadas da glicose acumulam-se nas paredes dos pequenos vasos, provocando espessamento e ruptura, com isso o transporte de sangue é cada vez menor (GUYTON; HALL, 1997).

Estima-se que pacientes com diabetes tenham expectativa de vida reduzida em quatro a oito anos, em comparação com indivíduos sem diabetes, um dos principais determinantes do aumento de risco, tanto para DM1 como para DM2 é o grau de doença aterosclerótica pré-existente (IZAR *et al.*, 2023). As altas concentrações de glicose acarretam a formação acelerada de aterosclerose, induzindo a má circulação do sangue, a aterosclerose é 2 a 6 vezes mais comum em indivíduos com diabetes que seus pares saudáveis sem diferença entre os sexos (GUYTON; HALL, 1997), fatores relacionados à glicotoxicidade pelo excesso de glicose sanguínea.

As complicações microvasculares normalmente acontecem em 20 a 50% dos pacientes com duração do DM1 próxima de 10 anos ou mais (SVENSSON; ERIKSSON; DAHLQUIST, 2004; SBD, 2020). Um estudo transversal de Cecílio *et al.* (2015) avaliou 318 pessoas com diabetes, e observou uma prevalência de complicações microvasculares decorrentes do diabetes em 53,8% da amostra

estudada. A retinopatia é a mais frequente, em até 48% dos pacientes, seguida da nefropatia diabética em 18% dos casos (IDF, 2019).

As complicações macrovasculares podem ocorrer também como doenças cardiovasculares, doença arterial coronariana, acidente vascular cerebral e insuficiência arterial periférica (muitas vezes associado à amputação de membros) (GOLDBERG; FLOREZ, 2001; MARSO; HIATT, 2006).

Problemas de má circulação podem ocasionar lesões no coração, cérebro, membros inferiores, olhos, rins, nervos e pele. A retinopatia, por exemplo, pode acarretar a perda da visão, ela representa a destruição aumentada dos vasos sanguíneos da retina e está associada à hemorragia no humor vítreo ou deslocamento dela. Além disso, outras complicações graves podem ocorrer em longo prazo, sendo as mais comuns os infartos do miocárdio e acidentes vasculares cerebrais (SMELTZER; BARE, 2002). O diagnóstico da retinopatia diabética deve ser analisado com cuidado, pois a presença da complicação aumenta a probabilidade de doença renal, acidente vascular cerebral e doença cardiovascular (PIARCE *et al.*, 2019; Xie *et al.*, 2017).

Outra complicação comum em pessoas com DM1 e DM2 é a neuropatia diabética, caracterizado por doenças que afetam todos os tipos de nervos periféricos autonômicos e espinhais. Como conceito, a neuropatia diabética na literatura é definida pela presença de sintomas ou sinais de disfunção dos nervos, em pessoas com DM, após a exclusão de outras causas (SBD; 2023). Enquanto que o conceito de neuropatia periférica diabética (NPD), a forma mais comum de neuropatia do diabético, trata-se de uma lesão difusa, simétrica, distal e progressiva das fibras sensitivo-motoras e autonômicas, causadas pelo controle ineficiente do diabetes com hiperglicemia crônica e fatores de risco cardiovasculares (ROLIM *et al.*, 2009; SBD; 2023).

Na neuropatia ocorre desmielinização dos nervos e a condução nervosa pode ser rompida. Existem dois tipos comuns de neuropatias, a polineuropatia sensoriomotora (a forma mais comum de neuropatia periférica, que pode ser dolorosa ou sem dor, mas com perda da propriocepção e aparecimento de úlceras neuropáticas não dolorosas) e a neuropatia autonômica, que ocorre a disfunção dos nervos que regulam as funções corporais involuntárias, como frequência cardíaca, pressão arterial e transpiração (SMELTZER; BARE, 2002).

Com a neuropatia diabética é frequente acontecer lesões repetidas em indivíduos diabéticos e devido a essas complicações nos nervos da pele os diabéticos perdem sensibilidade e não conseguem sentir mudanças de temperatura e pressão (COTRAN; KUMAR; COLLINS, 2000).

Outra complicação comum é a nefropatia diabética, logo depois do início do diabetes e presença de concentrações elevadas de glicose sanguíneas. Ocorre quando o mecanismo de filtração renal é estressado, permitindo que as proteínas sanguíneas extravasem para dentro da urina aumentando a pressão nos vasos dos rins, fator que favorece o desenvolvimento da nefropatia. Nessa complicação os rins podem reduzir sua função lentamente, porém, de forma progressiva e podem chegar a paralisação total (SMELTZER; BARE, 2002).

Em 2007, o *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI) propôs usar a expressão doença renal do diabetes no lugar de nefropatia diabética (ND), a doença renal do diabetes (DRD) é a principal causa de ingresso em terapia renal e está associada ao aumento de morbidade e mortalidade (NICHOLS *et al.*, 2018; SALINERO-FORT *et al.*, 2016).

Em meio a todas essas possíveis complicações agudas e crônicas do DM1 há necessidade de se incluir a prática de exercício físico, que pode auxiliar na diminuição dos riscos de complicações em longo prazo, porém pode interferir diretamente no controle glicêmico (MERCURI; ARRECHEA, 2001; SBD 2023). Por isso é necessário conhecer os efeitos dos diversos tipos de exercícios no metabolismo de pacientes com DM1, o que possibilitará o melhor controle da glicemia e otimizar os efeitos terapêuticos dos exercícios no DM1, tema do próximo tópico.

2.5 EXERCÍCIOS FÍSICOS E DM1

A prática regular de exercícios é recomendada tanto para adultos como para crianças e adolescentes com DM1, pois pode auxiliar no controle glicêmico, melhora do perfil lipídico, da pressão arterial, composição corporal e na redução dos riscos do desenvolvimento de doenças cardiovasculares (KHAWALI *et al.*, 2003; MICULIS *et al.*, 2010; SBD, 2023).

A principal barreira para a prática de exercícios físicos em pacientes diabéticos é o medo de hipoglicemias durante ou após atividades, isso se deve ao

fato do exercício ser um fator estressante para o equilíbrio metabólico. Contudo, é possível a prática de exercícios físicos com segurança, equilibrando insulino terapia e ingestão de carboidratos. Para isso é preciso compreender as respostas metabólicas e hormonais aos exercícios, para fazer os ajustes corretos destes parâmetros e minimizar os riscos (ADA, 2022).

Desta forma, os exercícios físicos podem e devem ser praticados por pessoas com DM1 e é fator essencial para obter um estilo de vida saudável, por estar diretamente associado a benefícios tanto fisiológicos como psicológicos, prevenindo complicações em longo prazo (BARLOVIC, 2022; ROSA *et al.*, 2007). Os benefícios dos exercícios físicos para pessoas tanto com DM1 como DM2 são inúmeros. Em recente revisão, Barlovic *et al.* (2022) destacam a importância dos exercícios físicos, em particular de alta frequência e alta intensidade, para a redução do risco de aparecimento e progressão da nefropatia diabética, do risco de doenças cardiovasculares e da mortalidade por esta causa. Em longo prazo, a prática regular de exercícios diminui os fatores de risco de doenças cardiovasculares que é maior em indivíduos diabéticos em comparação com pessoas sem a doença (MERCURI; ARRECHEA, 2001).

Dentre os benefícios de forma aguda e crônica podemos citar, por exemplo, o auxílio no controle de peso corporal, a redução das doses de insulina, a redução do risco de aterosclerose, o aumento da sensibilidade à insulina, melhoras no perfil lipídico com aumento do HDL-C, diminuição do LDL-C e redução da pressão arterial (LUCCHESI, 2002), além da diminuição da glicemia.

Segundo Herbst *et al.* (2007), o exercício regular pode ajudar os pacientes no tratamento de diversas formas, dentre elas na melhora do perfil de risco de doenças cardiovasculares de crianças e adolescentes. O exercício pode reduzir a HbA1c em cerca de 0,3% na população pediátrica (QUIRK *et al.*, 2014). Melhorar a composição corporal, aptidão física, função endotelial e perfil lipídico no sangue (ou seja, triglicérides e colesterol total). Essas melhorias cardiometabólicas são todas importantes, dado que as doenças cardiovasculares são a principal causa de morbidade e mortalidade em jovens com diabetes tipo 1 (RIDDELL *et al.*, 2017).

Em um grande estudo transversal de Bohn *et al.*, (2015), que incluiu 18.028 adultos com DM1, os pacientes que foram categorizados como mais ativos fisicamente, que realizavam exercícios duas ou mais vezes por semana, tiveram melhores concentrações de HbA1c, melhores índices de IMC, menos dislipidemia e

hipertensão e apresentavam menos complicações como retinopatia e microalbuminúria relacionadas ao diabetes, do que aqueles que eram menos ativos. O estudo também mostrou que pacientes com DM1 que são mais ativos tendem a ter menos crises de cetoacidose diabética e risco reduzido de desenvolver sintomas graves de hipoglicemia com coma (BOHN *et al.*, 2015).

A análise dos exercícios realizados de forma combinada, ou seja, a prática dos exercícios aeróbicos com exercícios de força, encontra-se que o aumento progressivo de volume, frequência, carga e intensidade demonstraram ser eficazes, promovendo redução da HbA1c (-0,1% a -1,1% no treinamento aeróbico, de -0,2% a -1,6% no treinamento de força e de 0,1% a -1,5% no treinamento combinado) (COLBERG, 2016; RÖHLING *et al.*, 2016; WU *et al.*, 2021).

Austin *et al.* (1993) avaliaram 59 pacientes com DM1 (28 meninos e 31 meninas), e compararam com 18 indivíduos de um grupo controle, os resultados demonstraram que pacientes com DM1 apresentam VO₂ máx menor que os indivíduos saudáveis ($33,7 \pm 7,0$, e $41,0 \pm 10,4$ ml.kg.min; $p=0,001$), esse resultado é importante, pois o VO₂ máx se correlacionou inversamente com as doses de insulina, colesterol total, HbA1c, LDL-C e triglicédeos (TG).

Outra investigação e hipótese interessante que vem sendo estudada é que a adesão à prática de exercícios físicos realizado no período de remissão (período onde o pâncreas ainda produz alguma insulina) pode auxiliar na preservação das células beta pancreáticas produtoras de insulina (NARENDRAN *et al.*, 2015).

Contudo é necessário conhecer os tipos de exercícios e as alterações que induzem no metabolismo, a seguir serão abordados os tipos, intensidades e efeito dos exercícios no organismo dos indivíduos com DM1.

2.5.1 Tipos de exercícios físicos e DM1

Todos os tipos de exercícios podem ser praticados por diabéticos, desde atividades de lazer até esportes de alto rendimento, com algumas exceções quando o diabético tiver complicações associadas (GRIMM *et al.*, 2004; RAMALHO *et al.*, 2008). A participação e prática de exercícios e esportes são recomendadas e consideradas seguras para portadores de DM1 (ADA, 2023). Contudo os diversos tipos de exercícios podem promover respostas diferentes no metabolismo e na glicemia dos praticantes (JIMENEZ *et al.*, 2007).

O exercício físico apesar de seus benefícios é fator estressante ao metabolismo e alguns fatores relacionados aos exercícios interferem diretamente na resposta da glicose sanguínea, como: tipo de exercício, tempo de duração, intensidade da atividade, horário e local de aplicação de insulina e alimentação (TONI *et al.*, 2006).

O exercício é geralmente classificado como aeróbico ou anaeróbico, dependendo do sistema energético predominante usados para apoiar a atividade, embora a maioria das formas de exercícios inclua uma combinação dos sistemas energéticos para sua realização (RIDDELL, 2017). Em resumo os exercícios podem ser classificados em dois tipos, predominantemente aeróbicos ou predominantemente anaeróbicos, dependendo da intensidade e do principal substrato energético utilizado, essas duas categorias possuem efeitos distintos sobre as concentrações de glicose em pessoas com diabetes (RIDDELL; PERKINS, 2006).

Em exercícios aeróbicos de intensidade moderada (30-70% do VO₂ máx), geralmente ocorre redução das concentrações de glicose em adolescentes com DM1 e a utilização de glicose pode ser de até 1,5 gramas por minuto de exercício (RIDDELL *et al.*, 2000). Exercícios como, por exemplo, caminhada, ciclismo, corrida e natação, envolvem exercícios repetidos e contínuos com movimento de grandes grupos musculares, estes tipos de exercícios dependem principalmente de sistemas aeróbicos de produção de energia. Enquanto que os exercícios de resistência (força), que utilizam pesos livres, máquinas, peso corporal ou faixas elásticas de resistência, dependem principalmente de sistemas anaeróbicos de produção de energia (COLBERG *et al.*, 2016).

Ao praticar atividades físicas de intensidade moderada, a fim de garantir as concentrações de glicose durante a atividade, o corpo por meio da ação principalmente do glucagon favorece a gliconeogênese e glicogenólise hepática, o que promove o aumento da oferta da glicose em até duas vezes, Porém, esse mecanismo não ocorre no caso dos diabéticos, sendo que a glicemia pode reduzir em até 18mg/dl/minuto de exercício e em 30 minutos poderá ocorrer hipoglicemia (CAMACHO *et al.*, 2005; CORIGLIANO *et al.*, 2006).

A contraregulação durante o exercício aeróbico e conseqüente redução da glicose circulante, aumenta a secreção de glucagon na veia porta hepática para facilitar a liberação de glicose do fígado e compensar à taxa de absorção de glicose

nos músculos. Durante os exercícios, a absorção de glicose pode aumentar em até 50 vezes, fenômeno este que ocorre independentemente da sinalização da insulina (CAMACHO *et al.*, 2005; RIDDELL *et al.*, 2017).

Um estudo analisou 50 crianças e adolescentes durante 75 minutos de exercícios aeróbicos de intensidade moderada, os exercícios prolongados de intensidade moderada provocaram redução consistente da glicose além de freqüente ocorrência de hipoglicemias (DIABETES RESEARCH IN CHILDREN NETWORK, 2006b).

Para evitar a ocorrência de hipoglicemias induzidas pelo exercício Dubé *et al.* (2005) recomendam que em atividades de intensidade moderada é importante que o diabético tipo 1 faça reposição de carboidratos antes, durante (se a duração da atividade for maior que 60 minutos) e após as atividades.

Há também o treinamento intervalado de alta intensidade modalidade que envolve alternância entre breves períodos de exercício vigoroso e recuperação em intensidade baixa a moderada (BATACAN *et al.*, 2017). Ambas as atividades aeróbicas e anaeróbicas são recomendadas para a maioria das pessoas que vivem com diabetes (RIDDELL, 2023).

Durante uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade, as concentrações circulantes de insulina não diminuem acentuadamente como em atividades puramente aeróbicas, em parte porque a duração da atividade é normalmente mais curta (RIDDELL, 2023). O alto gasto de energia despendida durante exercícios intervalados de alta intensidade aumenta a dependência de fosfagênios musculares e glicogênio, com concentrações de lactato aumentando acentuadamente na circulação, as concentrações de glicose aumentam na recuperação inicial devido à ação de hormônios contrarreguladores e outros metabólitos (FAHEY *et al.*, 2012; HARMER *et al.*, 2007).

No caso de pacientes com diabetes pode ocorrer hiperglicemia causada por ativação de receptores β adrenérgicos, resistência insulínica transitória e estímulo da produção de glicose hepática em resposta da ação de glucagon (MARLISS; VRANIC, 2002; MACKNIGHT *et al.*, 2009).

Durante os exercícios de alta intensidade a produção endógena de glicose pode aumentar em até sete vezes (PURDON *et al.*, 1993), a ação dos hormônios contra reguladores é potencializada durante esse tipo de atividade, podendo ocorrer uma resposta exagerada de catecolaminas e excesso de ácidos graxos livres e

corpos cetônicos (CHIASSON *et al.*, 2003). Portanto, os exercícios contínuos e intensos podem ser bem tolerados e promovem a liberação de catecolaminas, que podem aumentar entre 14 e 18 vezes acima dos níveis basais resultando em hiperglicemias pós-exercícios (HARMER *et al.*, 2008).

O treinamento de força (TF) ou contra a resistência é caracterizado por treinamento contra uma sobrecarga e está associado à melhor estabilidade da glicose do que exercícios aeróbicos contínuos de intensidade moderada, embora em alguns casos o exercício de força possa causar aumento modesto da glicemia (YARDLEY *et al.*, 2013; TURNER *et al.*, 2015). No próximo subtópico será discutido o Treinamento de força e seus efeitos na saúde e no metabolismo da glicose.

2.5.2 Treinamento de força e DM1

O treinamento de força (TF), também conhecido como treinamento com pesos ou treinamento de força com sobrecargas, são todos termos utilizados para descrever um tipo de exercício que exige que a musculatura corporal se movimente (ou tente se movimentar) contra uma força oposta, geralmente exercida por algum tipo de equipamento, incluindo o peso corporal, aparelhos de musculação, faixas elásticas etc. Tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício, tanto para condicionamento de atletas como para melhorar a forma física de não atletas (FLECK; KRAEMER, 2017).

O TF é uma das maneiras utilizadas para o aumento da força e massa muscular (FIGUEIREDO *et al.*, 2011). A prática regular traz uma série de adaptações crônicas relacionadas com a melhora do desempenho esportivo e menor risco de mortalidade por diversas causas (LESINSKI *et al.*, 2016; SAEIDIFARD *et al.*, 2019).

De maneira geral, indivíduos que participam regularmente de programas de TF buscam benefícios como: aumento da força muscular, aumento da massa muscular, redução da gordura corporal, melhora do desempenho físico em atividades esportivas e da vida diária, melhora da saúde e qualidade de vida (FLECK; KRAEMER, 2017).

O treinamento de força (TF) pode ser executado em diferentes intensidades e com sobrecargas diferentes. Quando são feitos com intensidade leve (40% a 60% da carga máxima, ou seja, 40% a 60% do peso máximo que se consegue levantar

somente uma vez). Nesta intensidade é possível realizar várias repetições (15 a 30) e o resultado dessa prática geralmente será o aumento da resistência da musculatura envolvida no exercício. Por esse motivo, esse tipo de exercício de força com baixa intensidade e muitas repetições é comumente chamado de exercício de resistência muscular localizada (RML). Por outro lado, quando o treinamento é realizado em intensidades maiores (acima de 70% de 1RM), o número de repetições não pode ser muito alto (8 a 12) e o resultado do treinamento é o aumento da massa muscular (hipertrofia) e da força da musculatura envolvida no exercício (FLECK E KRAEMER, 2000).

Para indivíduos com diabetes se recomenda a utilização do treinamento progressivo de força (TPF) como parte do programa de exercícios para indivíduos com diabetes. A definição de TPF é o treinamento em que a resistência provocada contra o músculo gerador de força é progressivamente aumentada com o passar do tempo (SBD, 2023; ACSM, 2019).

O American College of Sport Medicine (ACSM, 2019) e a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2023) recomendam para jovens adultos o treinamento de força a partir de uma progressão gradual. Para indivíduos iniciantes, as cargas de treinamento devem corresponder a uma intensidade de 8-12 repetições máximas (RM), com descanso médio de 3 minutos com velocidades moderadas de contração (1 a 2 segundos na fase concêntrica e 1 a 2 segundos na fase excêntrica da contração muscular). A frequência para iniciantes e intermediários deve ser de 2 a 3 vezes e para avançados de 4 a 5 vezes semanais com um dia de descanso na semana.

As diretrizes atuais da SBD (2023) sugerem que pessoas com diabetes realizem pelo menos 1 série de 10 a 15 repetições de cinco ou mais exercícios de forças, envolvendo os grandes grupos musculares, de 2 a 3 vezes por semana, em dias não consecutivos. Para crianças e adolescentes se recomenda a prática de atividade resistida muscular e óssea vigorosa pelo menos 3 dias na semana.

Muitos dos estudos com indivíduos DM1 são realizados com a execução de exercícios aeróbicos, e têm demonstrado resultados positivos em relação ao controle glicêmico desses indivíduos. Há dados de que o TF parece possuir efeitos compensatórios e benéficos no controle glicêmico, com melhoras da redução da glicose intravascular ao aumentar a capacidade de estoque de glicogênio e da ação dos receptores GLUT 4 no músculo. Além disso, há melhora da sensibilidade à

insulina e tolerância à glicose, assim como melhor controle do tempo médio da glicemia dentro da faixa alvo após exercícios (FORJAZ *et al.*, 2002; REDDY *et al.*, 2019). Com relação aos efeitos no controle glicêmico avaliado por meio da HbA1c, existem poucas informações com relação ao assunto. Desta forma, o real efeito dos exercícios de forças no controle glicêmico e metabólico no DM1 ainda não é claro (TONOLI *et al.*, 2012).

O medo de hipoglicemia induzida pelos exercícios é uma das barreiras para a prática regular de exercícios por crianças e adolescentes com DM1 (LIMA *et al.*, 2017). Dados demonstram que sessões de exercícios de força podem reduzir o risco de hipoglicemia durante e após o esforço físico, quando comparado com o exercício aeróbico contínuo em pacientes com DM1 (FARINHA *et al.*, 2017). Em situações em que há exercício de força intenso, por exemplo, no levantamento de peso com alta intensidade, as concentrações de glicose podem aumentar ao final do exercício (DAVEY *et al.*, 2014; TURNER *et al.*, 2015).

Quanto ao risco de hipoglicemias, o TF induziu a menor risco de episódios de hipoglicemia no estudo de Jimenez *et al.* (2011), nesse estudo a sensibilidade à insulina permaneceu inalterada 36 horas após o exercício. O estudo de Salem *et al.* (2010) ratifica esse resultado, pois não houve alteração nos episódios de hipoglicemia relacionados ao treinamento de força.

Com relação aos efeitos crônicos, uma revisão sistemática com meta-análise realizada por Tonoli *et al.* (2012) demonstrou haver tendência de melhora no controle glicêmico avaliada por HbA1c relacionado a prática do TF, entretanto não havia estudos suficientes para confirmar este fato.

O estudo de Yardley *et al.* (2013) comparou os efeitos do TF com aeróbicos contínuos, e verificou que o TF provocam menor declínio da glicemia durante a atividade, e está associado a reduções mais prolongadas no pós exercícios fato que pode levar a melhora nos valores de HbA1c.

Em estudo realizado com homens adultos portadores de DM1, os indivíduos realizaram 10 semanas de treinamento de força, alternado os exercícios por segmento corporal, os avaliados fizeram três séries de 10-12 repetições máximas. Antes dos treinos era realizado um aquecimento na esteira de 10 minutos com intensidade de 60% da frequência cardíaca máxima (BRAUNER; MEYER, 2009). Foram realizados 10 exercícios para diferentes grupos musculares com intervalo de 1 minuto entre as séries.

Os resultados demonstraram que o TF foi eficaz para o aumento da força e da resistência muscular dos voluntários analisados, com diminuição das concentrações de HbA1C (BRAUNER; MEYER, 2009). No entanto esse estudo foi realizado com adultos e devemos ter cautela ao extrapolar os resultados a outras populações como crianças e adolescentes.

Farrel *et al.* (1999) demonstraram que oito semanas de TF em ratos diabéticos induziram redução da glicemia associada a ganho de massa muscular. O exercício de resistência pode ser uma alternativa para o treinamento de pacientes com DM1, inclusive portadores de complicações microvasculares em membros inferiores (neuropatia periférica, pé diabético), que não conseguem realizar exercícios com impacto articular (RAMALHO *et al.*, 2006).

Na literatura, encontram-se resultados controversos, alguns estudos observam melhora no controle glicêmico de indivíduos com DM1 e outros não. Durak, Jovanovic-Peterson e Peterson (1990) demonstraram melhora na HbA1c após um programa de TF, outros estudos, no entanto, analisam o efeito combinado do exercício aeróbico com o de força e apresentam resultados contraditórios (MYSLIWEC *et al.*, 2020; MOSHER *et al.*, 1998; YARDLEY *et al.*, 2013), variáveis como o tempo de estudo e intensidade dos exercícios podem explicar essas diferenças nos achados.

Wróbel *et al.* (2018) e Ramalho *et al.* (2006) não encontraram redução significativa na HbA1c, mas observaram tendência de redução. Isso pode ser explicado devido ao tempo da intervenção, ambos de 12 semanas, uma vez que intervenções mais curtas sugerem menor eficácia. Os estudos de Salem *et al.* (2010) e Petschining *et al.* (2020), com 24 e 32 semanas de intervenção respectivamente, obtiveram melhora significativa nesse parâmetros.

Segundo Ramalho e Soares (2008), estudos que pretendem avaliar o efeito do exercício físico para DM1, tem que ter duração maior que seis meses para que os resultados sejam mais fidedignos com relação à interferência destes no tratamento. Entretanto, os autores afirmam que alguns estudos com menor duração também apresentam efeitos benéficos.

O músculo esquelético é o principal local de captação, liberação e estocagem de glicose e está relacionado à melhor utilização de substratos excedentes devido à ação da insulina em DM 1 (PAULI *et al.*, 2009). Sendo assim, o aumento de massa muscular pode estar relacionado ao melhor controle metabólico

da glicemia, o que também pode explicar o porquê de treinamentos mais longos apresentarem maior efeito na HbA1c, além da meia vida da hemoglobina glicada ser de 12 a 16 semanas.

O estudo de Petsching *et al.* (2020) relatou aumento significativo de força de membros superiores e inferiores após 32 semanas de treinamento e obteve redução significativa na HbA1c, reforçando a ideia de que o aumento da força muscular esta relacionada a melhoras do controle glicêmico de diabéticos.

Ainda, deve-se destacar que, os mecanismos de captação de glicose no músculo esquelético são potencializados em até 48h depois do treinamento (SBD, 2020), aumentando a sensibilidade à insulina e diminuindo a necessidade de sua administração exógena. Dessa forma, os resultados encontrados por Salem *et al.* (2010) e por Ramalho *et al.* (2006) na diminuição de doses de insulina após a realização do treinamento também demonstram melhor controle metabólico em longo prazo da HbA1c.

Além da HbA1c, outras variáveis clínicas apresentaram melhora em estudos com treinamento de força e DM1, como melhoras do perfil lipídico, IMC e circunferência de cintura (SALEM *et al.*, 2010), aumento de força de membros superiores e inferiores (PETSCHINING *et al.*, 2020), melhora na resposta cardiorrespiratória (WRÓBEL *et al.*, 2018) e diminuição nas doses de insulina (SALEM *et al.*, 2010), evidenciando que mesmo com resultados contraditórios no controle glicêmico o treinamento de força apresenta diversos outros benefícios em pessoas com DM1.

Outro ponto importante analisado por Salem *et al.* (2010) demonstrou que concentrações elevadas de HbA1c estão relacionadas com maior LDL-C, colesterol e TG, denotando a importância do controle dessa variável. Por outro lado, mau controle glicêmico, está associado ao desenvolvimento das complicações agudas e crônicas do DM (MYSLIWEC *et al.*, 2020).

Como já citado, para crianças e adolescentes com DM1 os exercícios de forças também são recomendados, é indicado à realização de duas a três vezes por semana, com o objetivo de manter ou aumentar a força muscular e gasto energético, reduzir tecido adiposo e melhorar a densidade óssea (SBD 2023; ROBERTSON *et al.*, 2008).

O aumento da força muscular, como o relatado por Petschining *et al.* (2020), pode otimizar o metabolismo anaeróbio durante o exercício, utilizando maior

quantidade de glicose nesses pacientes quando em comparação ao grupo controle, o que explicaria a redução significativa na HbA1c após a intervenção.

O trabalho de Miculis *et al.* (2010), apresenta informações sobre o efeito do TF para crianças, onde o método pode ser uma alternativa para pacientes com DM1 que possuem complicações microvasculares em membros inferiores (neuropatia periférica, pé diabético), mesmo que ainda não existam recomendações específicas sobre a dose ideal de ingestão da insulina ou de carboidratos (CHO) necessárias para a realização do treino com segurança.

Contudo, os benefícios metabólicos e fisiológicos para crianças e adolescentes pacientes com DM1 ainda não são claros, porém, o exercício de força pode levar a melhoras músculoesqueléticas, como aumento de força muscular e aumento da densidade óssea. Os efeitos do uso de exercícios de força sobre as disfunções crônicas do DM1 permanecem pouco esclarecidos, principalmente em crianças e adolescentes.

O tema efeito do treinamento de força em crianças e adolescentes com DM1 ainda é escasso na literatura, a maioria dos estudos conta com uma amostra pequena de indivíduos ou analisa os efeitos agudos na glicemia. Dessa forma este estudo buscará analisar os efeitos dos exercícios de força realizada de maneira remota em crianças e adolescentes com DM1.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Estudo de caráter prospectivo e experimental, caracterizada por delineamentos de pesquisa que tem distribuição intencional dos sujeitos pelos tratamentos (SELLTIZ; WRIGHTSMAN; COOK, 1976). O projeto foi submetido à aprovação e adequações, de acordo com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), CAAE 57772522.8.0000.0096 com parecer número 5.422.331 (ANEXO 2).

3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A seleção da amostra foi realizada de forma intencional entre os pacientes atendidos na Unidade de Endocrinologia Pediátrica (UEP), do Hospital de Clínicas de Curitiba (UFPR). A amostra foi constituída de 29 crianças e adolescentes, n=23 utilizando insulinoterapia com Múltiplas doses de insulina (MDI) e n=6 com sistema de infusão contínua de insulina (SICl), distribuída em dois grupos da seguinte forma:

1. Grupo diabetes/exercício (GDE): n=20
2. Grupo diabético controle (GDC): n=9

A seleção da amostra foi realizada em fluxo contínuo. Durante os atendimentos de rotina no Hospital os pacientes foram convidados a participar da pesquisa, primeiramente para participar no grupo Intervenção, se por algum motivo não pudessem participar do grupo intervenção eram então convidados a entrar no grupo controle. Inicialmente todos os procedimentos foram detalhadamente explicados aos avaliados bem como aos seus pais ou responsáveis que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido sobre todos os procedimentos, ficando livre a eles a decisão de participar ou não do estudo. Salientamos ainda que os avaliados assinaram um termo de assentimento para a participação no estudo.

Todos os detalhes e objetivos da pesquisa estão descritos no termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e termo de assentimento livre e

esclarecido (TALE). O poder amostral foi calculado *post hoc* no software G*Power (v. 3.1.9.2), utilizando o ANOVA mista com medidas repetida, com 2 medidas e 2 grupos. Foi atribuído um poder de 0,73, α de 0,05 e tamanho do efeito (f) de 0,25.

3.2.1 Critérios de inclusão

Para que ocorresse uma homogeneização da amostra os seguintes critérios de inclusão foram aplicados: idade entre 8 a 15 anos, diagnóstico de DM1 há pelo menos seis meses (para evitar a influência do período de remissão residual de células beta pancreáticas, período conhecido como “lua de mel”), envolvimento dos pais ou responsáveis no tratamento e no acompanhamento dos participantes na intervenção remota, os participantes deviam utilizar como terapia insulínica basal (Glargina, NPH) e insulina bolus (Lispro, Aspart ou Glulisina) ou utilização do Sistema de Infusão contínua de Insulina (SICI), também conhecido como “Bomba de insulina”.

3.2.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos da amostra os pacientes que apresentaram alguma condição que pudessem impedi-los de realizar os exercícios físicos, como as lesões musculoesqueléticas e que tivessem associação do DM1 com outra patologia que influenciasse nos resultados. Pacientes que não tinham acesso ao celular, computador ou equipamento com sinal de internet foram excluídos do grupo intervenção.

3.2.3 Variáveis

Variável independente

1. Treinamento de força remoto

Variáveis dependentes

1. Massa Muscular avaliada por Bioimpedância.
2. Massa de gordura avaliada por Bioimpedância.
3. Massa Muscular avaliada por Ultrassom.
4. Massa de gordura avaliada por Ultrassom.
5. Pressão arterial.
6. Glicemia de jejum.
7. Perfil lipídico (HDL-C, LDL-C, CT, TG).
8. IGF-1.
9. Creatina quinase (CK).
10. Hemoglobina glicada (HbA1c).
11. Qualidade de vida.
12. Aptidão Cardiorrespiratória (APCR).
13. Força de preensão manual.
14. 1 RM (flexão do cotovelo).
15. 1 RM (elevação lateral).
16. 1 RM (Abdução do quadril) lado direito e esquerdo.
17. Potência muscular de membros inferiores (PMMI).
18. Flexibilidade (Banco de Wells).
19. Resistência muscular localizada (RML-abdominal).
20. Competência motora, *Supine-to-Stand* (STS).

Variáveis para caracterização da amostra

1. Idade
2. Estatura
3. Peso
4. IMC
5. Escore z do IMC
6. Maturação sexual
7. Maturação somática
8. Hormônio luteinizante (LH)
9. Hormônio folículo-estimulante (FSH)

- 10. Testosterona (meninos)
- 11. Estradiol (meninas)
- 12. Nível de Atividade Física (NAF)

Variáveis intervenientes

- 1. Predisposição genética para o desenvolvimento das capacidades avaliadas.
- 2. Nutrição dos indivíduos.

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.3.1 Avaliações antropométricas

A avaliação antropométrica foi realizada em duplicata para todas as variáveis mensuradas. A estatura foi aferida com a criança em pé com estadiômetro fixo em parede com resolução de 0,1 cm (*Stadiometer Mode S100, Ayrtton Corporation®, Prior Lake, Minesota*). A massa corporal (MC) foi obtida com a criança despida em balança mecânica com resolução de 0,1 kg (Filizola®, São Paulo, SP).

Foi calculado o IMC pela fórmula: peso (kg)/estatura² (m). O IMC- escore Z foi determinado pela utilização do programa WHO antroplus, disponível no site da Organização Mundial da Saúde. Foram classificados como eutróficos os sujeitos com valores de IMC entre Escore $\geq z -2$ e $< \text{Escore } z +1$, da curva de IMC para idade, classificados como sobrepesos aquelas com IMC entre os Escores $\geq z +1$ e $< \text{Escore } z +2$ e obesos aqueles com Escore $\geq z +2$ da curva de IMC para idade, como demonstrado no Quadro 1 abaixo:

QUADRO 1: PONTOS DE CORTE PARA IMC-SCORE Z

Diagnóstico	IMC-escore Z
Baixo IMC para a idade	< -2
IMC adequado	$\geq -2 \text{ e } < +1$
Sobrepeso	$\geq +1 \text{ e } < +2$
Obesidade	$\geq +2$

Foi realizada a medição da circunferência abdominal (CA), esta medida tem alta sensibilidade e é bastante eficaz na predição de níveis de adiposidade visceral na população pediátrica. Os valores da CA se correlacionam com os distúrbios metabólicos relacionados à obesidade, incluindo a resistência à insulina, a dislipidemia e a hipertensão (LEE *et al.*, 2006). Estes dados serviram para caracterização da amostra e possíveis correlações entre os resultados.

Para análise da composição corporal foi utilizado a Impedância Bioelétrica Horizontal, sistema tetrapolar de 8 pontos (InBody®, 120 modelo BPM040S12FXX). O teste foi realizado no início e ao final das doze semanas de intervenção, respeitando-se o protocolo de cuidados anteriores ao teste orientados pelo fabricante: não ingerir alimentos duas horas antes do exame, não realizar atividade física nas últimas 12 horas, não consumir bebida alcoólica nas últimas 24 horas, esvaziar a bexiga antes do teste, retirar qualquer adorno de metal na hora do teste, realizar o exame descalço e com roupas leves.

Também foi realizada a avaliação da área de secção transversa dos músculos, por meio de aparelho de Ultrassom (US), caracterizado por equipamento portátil do tipo A-Mode, BodyMetrix BX2000 (IntelaMetrix, Livermore, CA, USA) operando com frequência de 2,5 MHz (figura 4). A amostra do estudo foi submetida à avaliação do quadríceps femoral, por meio do US, cuja área de secção transversa pode ser avaliada com a utilização da reflexão e refração dos tecidos nas interfaces, onde ocorrem mudança de densidade e atenuação entre gordura/músculo e músculo/osso.

Deste modo, foi possível aferir, no ponto medial do reto femoral a espessura da massa muscular em milímetros (MM US) e da massa de gordura (MG US) da área de secção transversal do ponto anatômico. A análise das imagens de US foram feitas a partir do software BodyView.

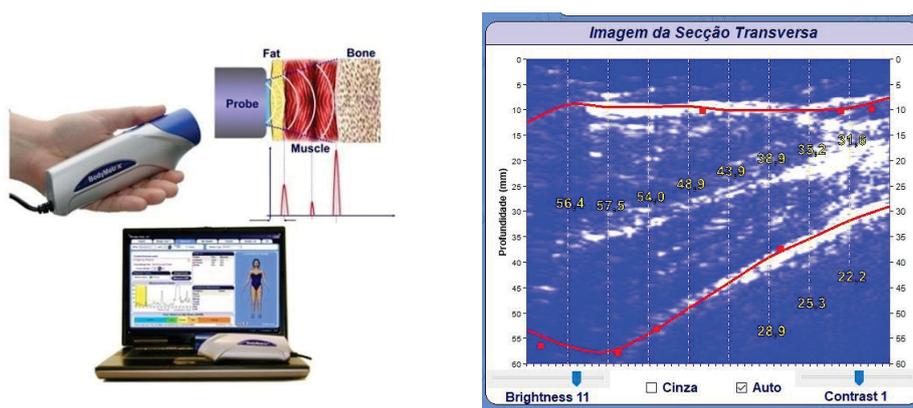


FIGURA 4. ULTRASOM (US) PORTÁTIL MODELO A-MODE, BODYMETRIX BX2000

A avaliação da maturação sexual e da maturação somática foi realizada para melhor caracterização da amostra. A maturação sexual foi realizada por método direto, de acordo com o estágio puberal proposto por Tanner (1962), sendo realizada pela equipe médica da UEP. A maturação somática, que relaciona a idade biológica de um indivíduo à sua idade cronológica, foi calculada utilizando dados da estatura e faixa etária cronológica usando as equações propostas por Moore *et al.*, (2015).

A maturidade biológica é comumente avaliada usando métodos como Tanner. Porém, dadas as preocupações relacionadas à invasividade e aos desafios logísticos, podemos utilizar outros métodos simples não invasivos para avaliar a maturidade somática biológica como as equações sugeridas por Moore *et al.* (2015). Essas equações com modelos de regressão específicos ao sexo utilizam dados antropométricos simples e pontuais básicos como idade e estatura.

Desta forma, foram utilizadas as seguintes equações para avaliação da maturidade biológica dos avaliados.

- Para as meninas, a equação de regressão simplificada é:

$$\text{Maturity offset} = -7.709133 + (0.0042232 \times (\text{age} \times \text{height}));$$

$$\text{Onde } R^2 = 0.898 \text{ e } \text{SEE} = 0.528$$

- Para os meninos, a equação de regressão simplificada é:

$$\text{Maturity offset} = -7.999994 + (0.0036124 \times (\text{age} \times \text{height}));$$

$$\text{Onde } R^2 = 0.896 \text{ e } \text{SEE} = 0.542$$

3.3.2 Avaliação da pressão arterial (PA).

A pressão arterial de repouso foi aferida antes do início da intervenção com exercícios e após doze semanas de treinamento. As aferições da PA seguiram os protocolos e orientações publicadas nas Diretrizes Brasileiras de Hipertensão arterial (2021; ARQUIVOS BRASILEIRO DE CARDIOLOGIA 2021; FLYNN *et al.*, 2017). As aferições foram realizadas utilizando um Esfigmomanometro digital automatico de braco (OMRON-M3).

Os dados foram avaliados para verificar se há influência do treinamento de força remoto na pressão arterial de repouso das crianças e adolescentes.

3.3.3 Análises Bioquímicas

No início e após doze semanas foram coletadas amostras sanguíneas dos participantes, após jejum de 12 horas, os pacientes realizaram as coletas para análise dos parâmetros bioquímicos e possíveis alterações e correlações com o exercício.

A coleta ocorreu por punção venosa, realizada pela equipe de enfermeiras treinada da própria Unidade de Endocrinologia Pediátrica ou pelo setor de coleta do laboratório do CHC-UFPR.

A amostra sanguínea foi utilizada para análises de: Glicemia de jejum, Perfil lipídico (HDL-C, LDL-C, CT, TG), Hormônio luteinizante (LH) e o Hormônio folículo-estimulante (FSH) (Meninas), Testosterona (meninos), estradiol (meninas), fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), Creatina quinase (CK), Hemoglobina glicada (HbA1c).

Foram utilizados materiais descartáveis (seringa e agulhas, BD®, Brasil). Todo o material utilizado nas coletas e durante o processo de coleta foi recolhido em recipientes apropriados para o descarte de lixo hospitalar. Importante ressaltar que estes exames realizados nos pacientes com DM1, fazem parte da rotina de acompanhamento.

3.3.4 Avaliação da Qualidade de vida

A avaliação da qualidade de vida em populações pediátricas tem recebido maior atenção (SPIETH e HARRIS, 1995; Schor, 1998). Semelhante ao utilizado no adulto, a avaliação procura analisar várias áreas da vida da criança ou adolescente que podem estar afetadas pela doença ou pelo tratamento e como a própria criança as percebe.

Para avaliação da qualidade de vida foi utilizado o instrumento PedsQL™ 3.0 para pessoas com diabetes, essa ferramenta é composta de questionários de autorrelato sobre qualidade de vida das crianças/adolescentes nas faixas de 5-7, 8-12 e 13-18 anos, associados a questionários que avaliam sua qualidade de vida a partir das perspectivas dos pais/cuidadores (relato dos pais) (GARCIA *et al.*, 2018).

Cada questionário contém 28 itens classificados em cinco domínios ou subescalas, como segue: 1. Sintomas de diabetes (11 itens); 2. Barreiras ao tratamento (quatro itens); 3. Adesão ao tratamento (sete itens); 4. Preocupação (três itens); e 5. Comunicação (três itens). As instruções iniciais pedem que os entrevistados indiquem em que medida cada item foi problemático durante o mês anterior em uma escala de cinco pontos (0 = nunca foi um problema; 1 = quase nunca é um problema; 2 = às vezes é um problema; 3 = normalmente é um problema; 4 = sempre é um problema). Os itens foram pontuados de forma reversa e transformados linearmente para uma escala Likert com intervalo de 0-100 (0 = 100, 1 = 75, 2 = 30, 3 = 25, 4 = 0), para que os maiores escores indiquem melhor QVRS (Anexo 1) (GARCIA *et al.*, 2018).

Esse questionário foi aplicado no início e ao final da pesquisa (após 12 semanas).

3.3.5 Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória (APCR)

Foi realizada no início e ao final do estudo a avaliação da APCR por meio da análise do consumo máximo de oxigênio (VO₂ máx), utilizando o protocolo adaptado de Balke em cicloergômetro que consiste em iniciar o teste com uma carga de 25 Watts e velocidade de 50 rpm, a cada três minutos incrementa-se mais 25 watts, e

assim sucessivamente até ser atingida a frequência cardíaca máxima do indivíduo, ou assim que o mesmo não consiga manter a velocidade e carga.

Salienta-se que o teste de VO₂ máximo para os participantes com diabetes foi iniciado com o indivíduo com a glicemia entre 140 e 250 mg/dl, caso as concentrações de glicose estivessem acima de 250 mg/dl foi avaliado as concentrações de cetonemia que deviam estar abaixo de (0.5 mg/dl) a ser verificada 5 minutos antes do teste com o indivíduo ainda em repouso, caso estivesse acima de 0.5mg/dl, o teste seria adiado (SBD; 2020).

Com o intuito de monitoramento da intensidade do exercício, foi aferida a frequência cardíaca antes dos testes e monitorada durante todo o procedimento com o auxílio de um monitor cardíaco da marca POLAR® RS800CX. A aptidão cardiorrespiratória (APCR) foi classificada conforme valores estabelecidos por Rodrigues *et al.* (2006), sendo considerado como APCR fraca, valores de VO₂ máx (mL.kg⁻¹.min⁻¹) inferiores a 36,5 para meninas e 43,4 para meninos, enquanto valores acima foram considerados APCR satisfatória.

Para maior segurança durante os testes, estavam disponíveis fontes rápidas de carboidrato. Caso o avaliado entrasse em estado de hipoglicemia durante realização dos exercícios, o teste seria interrompido imediatamente.

3.3.6 Nível de Atividade Física (NAF)

Para avaliação do nível de atividade física (NAF) inicial e após 12 semanas foi utilizado o questionário de Bouchard *et al.* (1983). Este instrumento consiste de ficha de registro das atividades diárias predominantes dos indivíduos a cada 15 minutos, que são registradas três dias (dois dias da semana e um do final de semana) permitindo estimar o nível de atividade física habitual pela média dos dias do recordatório (Anexo 3). Tal questionário é bastante fidedigno para avaliação do nível de atividade física de adolescentes (GUEDES *et al.*, 2001).

O NAF foi identificado de acordo com o tempo de participação em atividades de intensidade moderada e vigorosa. Os adolescentes foram classificados em NAF suficiente ou insuficiente, sendo suficiente a prática de no mínimo 60 minutos de atividade física de intensidade moderada a vigorosa por dia. Foram considerados NAF insuficiente quando a participação em atividades moderadas e vigorosas foi menor que 60 minutos por dia (SBD, 2023; WHO, 2018).

3.3.7 Avaliação de potência e força muscular

A potência muscular de membros inferiores (PMMI) foi avaliada por meio do Jump test Hidrofit, o equipamento é semelhante a um tapete, que mede 100 cm de comprimento por 66 de largura, com sensores que captam pequenas pressões, conectado e analisado por meio do Multisprint (Programa software Jump Test 2.0) que gera dados como altura do salto em centímetros (cm) e velocidade (m/s), interligada via cabo de rede a um microcomputador (VILELA E SILVA, 2017). Foi utilizado o teste Squat Jump (SJ), exige que o indivíduo comece o movimento partindo de uma posição agachada com os joelhos flexionados a aproximadamente 90°, imóvel, com o tronco ereto, olhando para frente e tendo as mãos sobre os quadris, mantendo os joelhos em extensão durante todo o voo e caindo sobre o tapete com os dois pés ao mesmo tempo (RODRIGUE; MARINS, 2011).

A altura do salto foi calculada usando o software *Quattro Jump* por meio do método da dupla integração da força. O método matemático calcula inicialmente, a curva de aceleração dividindo os valores pela massa corporal dos sujeitos, mensurada na própria plataforma. Na sequência, realizou-se uma integração trapezoidal da curva de aceleração obtendo-se a curva de velocidade. A altura foi então considerada a média de cinco saltos seguidos com intervalos entre eles de 20 segundos.

Ainda para análise da força muscular, foi avaliada a força de preensão manual (FPM). De acordo com Moura; Moreira e Caixeta (2008), a força de preensão manual é componente essencial no desenvolvimento da criança, pois, ao se analisar os movimentos de abrir, fechar, prender e puxar objetos com o uso das mãos na regulação motora mais tardia, a criança deve ser capaz de utilizar a força de preensão manual para executar essas atividades do dia a dia, tais como prender, segurar e desenhar.

Para esta análise foi utilizado o dinamômetro de preensão manual TKK 5401 GRIP-D® TAKEI – Scientific Instruments – Japan (capacidade de mensuração de 5 a 100 kg; resolução 0,05 kg; precisão $\pm 0,5\%$). Para os testes, os pacientes estavam posicionados sentados confortavelmente, o ombro aduzido, cotovelo fletido a 90°, antebraço e punho em posição neutra (FIQUEIREDO *et al.*, 2007). Foram realizadas três mensurações, em cada membro, e posteriormente calculada a média aritmética

dessas mensurações. Essas avaliações foram realizadas no início e após doze semanas.

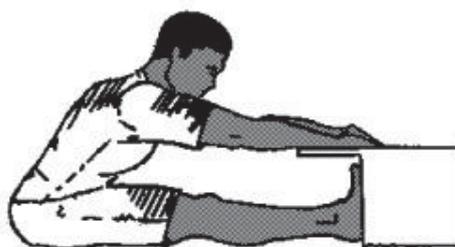
3.3.8 Flexibilidade (Banco de Wells)

A flexibilidade foi avaliada por meio do teste de sentar e alcançar (Banco de Wells) proposto por Wells e Dillon (1952) devido sua fácil aplicação e baixo custo operacional.

O banco de Wells se trata de uma caixa medindo 30,5 cm x 30,5 cm x 30,5 cm com uma escala de 26,0 cm em seu prolongamento, sendo que o ponto zero se encontra na extremidade mais próxima do avaliado e o 26°cm coincide com o ponto de apoio dos pés (RIBEIRO *et al.*, 2010). A avaliação foi realizada com o indivíduo sentado sobre um colchonete em frente ao banco de Wells, com as pernas estendidas e com os pés totalmente apoiados na parte lateral do banco, os braços estendidos à frente e com as mãos sobrepostas. Os avaliados, então, deviam flexionar o tronco sobre o quadril, deslizando as mãos sobre o banco e empurrar um marcador de madeira, o máximo que conseguissem, o equipamento possui resolução em milímetros.

Foram registrados os centímetros alcançados pelo marcador. O teste foi realizado por três vezes consecutivas e o maior valor alcançado foi utilizado como resultado da avaliação.

FIGURA 5: TESTE DE SENTAR E ALCANÇAR (TSA-BANCO DE WELLS)



Fonte: Google imagens

3.3.9 Resistência muscular localizada (RML-abdominal).

A resistência muscular localizada (RML) abdominal foi avaliada por meio do protocolo apresentado pela AAHPERD (1984) que indica sua utilização em indivíduos com idades compreendidas entre 10 anos e a idade universitária, sendo satisfatório para ambos os sexos. Para a realização o testando devia assumir a posição em decúbito dorsal, joelhos fletidos formando um ângulo de 90 graus. As plantas dos pés deviam estar em contato com o solo, e os pés afastados a uma distância inferior a 30 centímetros.

O avaliado devia cruzar os braços, de forma que a mão direita encostasse o ombro esquerdo e a mão esquerda encostasse o ombro direito. A cabeça devia estar em contato com o solo. O avaliador então segurava os tornozelos do testando, mantendo um ângulo de 90 graus com o solo, assegurando que os pés ficassem em contato com o mesmo durante toda a movimentação (AAHPERD; 1984).

O avaliado devia então levantar o tronco até que tocasse os cotovelos na face anterior das coxas e voltasse à posição inicial. Cada toque do tronco nos joelhos constituiu uma flexão. Uma única tentativa foi permitida, iniciada com o comando "já" e terminou ao comando "pare", os procedimentos metodológicos utilizados para a realização deste exercício são os descritos por AAPHERD (1984).

Foi permitido ao avaliado parar o movimento quando achar necessário, bem como encerrar a atividade se demonstrasse um cansaço excessivo, destacando que o objetivo do trabalho é a realização do número máximo de repetições dentro de um minuto.

3.3.10 *Supine-To-Stand* (STS)

A avaliação do teste *Supine-to-Stand* (STS) foi utilizado para avaliar a competência motora. Todos os procedimentos e orientações foram de acordo com estudo de Vansant (1988). Os avaliados foram testados individualmente, não ocorrendo à visualização de um participante em relação ao outro. Eles foram orientados a deitarem-se no chão em posição de decúbito dorsal, com os braços estendidos e as mãos ao lado do corpo; pernas e pés juntos.

Ao comando do avaliador, os participantes deviam levantar o mais rápido que conseguissem utilizando da sequência de movimentos que desejassem, partindo da posição deitada em decúbito dorsal até ficarem novamente na posição vertical, com ambos os pés em contato com o solo e sem oscilações, o teste foi realizado em uma superfície plana.

Foram realizadas três tentativas, a primeira como forma de adaptação ao teste e as duas últimas validadas para a análise, foi considerado entre as duas últimas tentativas, a que teve o menor tempo de execução. Durante as tentativas todos os indivíduos foram incentivados verbalmente. Foi realizada a filmagem de cada tentativa utilizando uma câmera *GoPro hero 6 black*, ajustada com uma frequência de aquisição de 30 Hz em relação ao plano sagital do avaliado, permitindo assim, a visualização completa de todos os movimentos bilaterais realizados.

A análise dos vídeos foi realizada com a utilização do programa *Kinovea*. Os padrões motores utilizados pelos participantes para levantar da posição supina foram classificados de acordo com a sequência de movimentos apresentada por Vansant (1988) para os membros superiores, (Anexo 4) membros inferiores (Anexo 5) e região axial corporal (Anexo 6). Foram relatados quatro padrões, sendo que dentre os padrões motores em cada segmento corporal foi utilizada uma pontuação numérica crescente, sendo “1” para os padrões com menor competência motora, “5” com maior competência para os membros superiores e “4” para os membros inferiores e região axial, a partir dessa classificação foi realizada a soma dos três componentes corporais resultando em pontuações possíveis de 3 a 13, sendo 3 a menor competência motora e 13 a maior competência motora (VANSANT, 1988a).

3.4 PROTOCOLO DE EXERCÍCIO

A UEP atende pacientes de várias cidades da região metropolitana e não apenas a capital Curitiba. Desta forma, o formato de aulas remoto pode atender pacientes de outras localidades, sendo excelente possibilidade para a realização de atividades físicas promovendo maior acessibilidade as aulas.

Todas as aulas ocorreram em tempo real por meio de uma plataforma de videoconferência em comum e com interação entre alunos e professor. A plataforma

utilizada foi o *Google Meet*, cujos participantes foram orientados e ensinados previamente sobre como utiliza-lá.

Após todos os exames iniciais as crianças e adolescentes receberam um “kit treinamento” para a realização dos exercícios em casa, o kit constou de:

- 01 barra oca de 1,20 cm, Polipump para Musculação.
- Pares de anilhas (com peso percentual de acordo com teste de predição de 1RM).
- 01 par de Halteres (com peso percentual de acordo com teste de predição de 1RM).
- 01 par de caneleiras (com peso percentual de acordo com teste de predição de 1RM).

O TF muscular foi então iniciado, os participantes realizaram o treinamento três vezes por semana um período de doze semanas (VAUGHN E MICHELI, 2008). As sessões foram realizadas em contra turno escolar, no período matutino (entre 9:00h e 10:00h) e vespertino (entre 15:00h às 16:00h).

Cada sessão teve duração aproximada de 45 min contando de: Aquecimento, Alongamentos iniciais, treino de resistência muscular localizada e volta à calma (FLECK, KRAEMER, 2006; RHEA, 2009).

Antes de cada sessão foi realizada cinco minutos de aquecimento com movimentos como: corrida no lugar, deslocamentos laterais, pula corda imaginária, polichinelos etc. Após foi realizada seqüência de alongamentos estáticos (cada posição de alongamento foi mantida pelo tempo de 10 segundos). A ordem dos alongamentos está demonstrada na figura abaixo:

FIGURA 6: SEQUÊNCIA DE ALONGAMENTOS



O programa consistiu de 11 exercícios localizados com pesos livres e peso corporal (agachamento, flexão de joelhos unilateral com caneleira, panturrilha em pé com halteres, agachamento sumô, abductor caneleira, supino reto, remada serrote, elevação lateral com halteres, rosca bíceps, tríceps testa com halter, abdominal), utilizando-se o método de séries múltiplas (FAIGENBAUM *et al.*, 2003).

Os exercícios foram divididos em duas sessões A e B, que foram realizadas alternadamente nos dias de treinamento. Desta forma a divisão dos exercícios nos treinos foi da seguinte maneira e mantida a sequência e ordem dos exercícios como segue:

Treino A:

Agachamento, flexão de joelhos unilateral com caneleira, panturrilha em pé com halteres, Remada serrote, rosca bíceps, abdominal.

Treino B:

Agachamento sumô, abductor caneleira, supino reto, elevação lateral com halteres, tríceps testa com halter, abdominal.

As sessões foram realizadas *on line* e em grupos de até no máximo dez participantes. Ao final das sessões, foram realizados alongamentos estáticos como volta à calma, a mesma sequência do início, porém com um tempo de 20 segundos de tensão em cada posição.

Quanto à intensidade e volume os grupos realizaram o programa com a execução de três séries de 15 repetições máximas. A partir da sexta semana, houve aumento do número de repetições por série passando a realização de 20 repetições para progressão do treino e aumento do volume do treinamento (RODRIGUES; ROCHA, 1985).

Para o cálculo das cargas a serem utilizadas, foi realizado previamente um teste de predição de 1RM nos exercícios de Flexão do cotovelo (FXC), Abdução do ombro (AO) e Abdução do quadril com caneleira (AQ), foi utilizada a equação para cargas submáximas proposta por Epley (1995):

$$1\text{-RM} = (0.0333 \times \text{carga}) \times \text{reps} + \text{carga}$$

Aos participantes foi solicitada a realização do maior número de repetições com cargas baixas e posteriormente calculado o valor de 1 RM por meio da fórmula de Epley (1995). Esta equação diferencia-se, pois o valor da carga é multiplicado por uma constante e o resultado é novamente multiplicado pelo número de repetições e adicionado à carga atingida no teste.

Os materiais utilizados para as sessões de treinamento foram calculados com pesos aproximados de 60% de 1RM.

Durante as sessões de treinamento foi avaliada a percepção subjetiva de esforço (PSE) e o estresse fisiológico foi avaliado por meio da escala de percepção de esforço de Omni (Anexo 1). A escala foi enviada previamente para os participantes e explicada sua utilização a cada um. Essa avaliação foi realizada individualmente no meio e ao final de cada sessão de treino. Foi priorizada a execução correta dos movimentos e todo o treinamento foi acompanhado remotamente por um profissional de educação física experiente na área.

O intervalo entre séries e exercícios foi entre 45 segundos a um minuto e a velocidade de execução dos movimentos (cadência) foi moderada, dois segundos na fase concêntrica e dois na fase excêntrica (FAIGENBAUM *et al.*, 1999). A ambientação ao treinamento ocorreu durante as sessões de treino sendo acompanhada e orientada pelo profissional.

Os participantes do grupo controle foram orientados a não participar de nenhum programa de treinamento de força durante o tempo em que participaram do estudo. A tabela 2 abaixo demonstra como foi realizada a progressão do treinamento.

TABELA 2: PROGRESSÃO DO TREINAMENTO AO LONGO DAS 12 SEMANAS

	12 semanas	
	Semana 1 a 6	Semana 7 a 12
Séries	03 séries de cada exercício	03 séries de cada exercício
Repetições	15	20
Carga	Aproximadamente 60% de 1RM	Aproximadamente 60% de 1RM
Intervalo entre séries	60 segundos	45 segundos
Cadência	Dois segundos na fase concêntrica/ dois segundos fase excêntrica	Dois segundos na fase concêntrica/ dois segundos fase excêntrica

Fonte: O autor

Ao final de todo o período de treinamento e intervenção foi considerada para análise dos dados uma frequência mínima de 60% de participação nas aulas.

3.4.1 Controle glicêmico

Para reduzir o risco de hipoglicemias induzida pelos exercícios, em todos os treinos os participantes foram orientados a realizar aferições da glicose sanguínea antes e logo após o término de cada sessão, por meio de glicosímetros. Os exercícios não eram realizados caso a glicemia estivesse abaixo de 100mg/dl. Nestes casos foi recomendada a ingestão de 15g de carboidratos, aguardado 15 minutos, realizado a aferição novamente e iniciado as atividades caso a glicemia estivesse normalizada acima de 100mg/dl (SBD; 2020).

3.4.2 Diário alimentar

Os pacientes foram orientados pelo nutricionista do setor (Unidade de Endocrinologia Pediátrica do Hospital de Clínicas UFPR), a fazerem um registro alimentar no início e após doze semanas de intervenção com exercícios. Foram registrados os alimentos ingeridos três dias por semana (um dia com intervenção de exercícios, um dia sem intervenção e um dia de fim de semana).

Os dados foram avaliados a partir da análise quantitativa dos registros alimentares. A análise quantitativa foi realizada por meio do *software* de análise de dietas ADS Nutri®, que possui uma base de dados com mais de 3000 alimentos cadastrados. Foram selecionadas como fonte de dados à Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) e a Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2008-2009 (IBGE).

A partir da composição dos registros alimentares, foi realizada a análise da ingestão habitual da amostra total nos dois momentos, por meio do *software MultipleSourceMethod (MSM)®*. Os dados foram utilizados para avaliar a média de ingestão calórica diária dos participantes no início e fim da intervenção.

Os procedimentos de todo o período de intervenção estão demonstrados na tabela 3, os testes foram realizados na ordem descrita e no mesmo dia.

TABELA 3. PROCEDIMENTOS AVALIAÇÕES E INTERVENÇÕES REALIZADAS

1	<ul style="list-style-type: none">• Coleta de sangue,• Composição corporal,• Pressão arterial,• NAF,• Questionário de qualidade de vida,• Teste de VO2 máx,• Flexibilidade,• Potência e força muscular,• Entrega e orientação do diário alimentar.• Entrega do material (kit treinamento).
2	<p>Após 12 semanas de intervenção.</p> <ul style="list-style-type: none">• Coleta de sangue,• Composição corporal,• Pressão arterial,• NAF,• Questionário de qualidade de vida,• Teste de VO2 máx,• Flexibilidade,• Potência e força muscular,• Devolução do diário alimentar.• Devolução do material (kit treinamento).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O software SPSS versão 24.0 foi empregado para realizar todas as análises estatísticas, adotando um nível alfa de significância de $p \leq 0,05$. As variáveis quantitativas foram descritas por médias e desvios padrões, enquanto as variáveis qualitativas foram apresentadas em termos de frequências e percentuais. A verificação da normalidade dos dados foi efetuada por meio do teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade de variância foi avaliada utilizando o teste de Levene.

A comparação de médias iniciais entre os grupos foi conduzida por meio da Análise de Variância (ANOVA) de uma via. Para variáveis sem distribuição normal, recorreu-se ao teste Kruskal-Wallis. A avaliação das médias entre as fases inicial e pós-intervenção foi realizada pela ANOVA fatorial mista de duas vias com medidas repetidas. Quando variáveis evidenciaram diferenças médias entre os grupos na fase inicial, a comparação dos efeitos pós-intervenção foi calculada através da ANCOVA, utilizando a medida da fase inicial como covariante. O teste de post-hoc de Bonferroni foi aplicado em todas as análises para identificar diferenças significativas entre os grupos nas variáveis com ANOVA significativa. As associações foram examinadas por meio da correlação de Pearson, utilizou-se a classificação de Dancey e Reidy (2006), os pontos de corte estão demonstrados na FIGURA 7.

FIGURA 7. INTERPRETAÇÃO DA FORÇA DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO

Força da correlação (r)	Interpretação
0,7 a 1,0 (-0,7 a -1,0)	Correlação forte
0,4 a 0,69 (-0,4 a -0,69)	Correlação Moderada
0,1 a 0,39 (-0,1 a -0,39)	Correlação fraca

FONTE: Adaptado de Dancey e Reidy (2006)

O tamanho de efeito dos grupos sobre as variáveis foi calculado pela diferença entre os valores pós-intervenção e fase inicial, em seguida padronizado (Hedge's g). A magnitude do tamanho de efeito foi considerada pequena ($g < 0,2$), moderada ($g = 0,2-0,5$), grande ($g = 0,50-0,8$) e muito grande ($g = 0,8$) (COHEN, 1992). A inferência clínica foi conduzida de acordo com a magnitude do tamanho de

efeito padronizado (Hedge's g), considerando-se: trivial ($<0,20$), possivelmente benéfico/prejudicial ($0,20-0,39$), benéfico/prejudicial ($0,40-0,79$) e muito benéfico/prejudicial ($>0,80$) conforme a direção da mudança do desfecho avaliado (BATTERHAM; HOPKINS, 2006).

O *Odds ratio* foi utilizado para avaliar a razão de chances de ocorrência de hipoglicemias induzida pelos exercícios entre as diferentes formas de insulinoterapia.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

As comparações entre os grupos na fase inicial para as diversas variáveis avaliadas estão na **TABELA 4**. Para as variáveis antropométricas, o Grupo Diabetes Exercício (GDE) apresenta valores mais elevados de massa corporal ($p=0,018$), índices de IMCz ($p=0,040$) e CA ($p=0,033$) comparado ao Grupo Diabetes Controle (GDC).

Na composição corporal, o GDE demonstrou valores mais elevados para a massa de gordura analisada por bioimpedância ($p=0,042$) em relação ao GDC. Para as demais variáveis os grupos demonstram ser semelhantes.

Para as variáveis bioquímicas o GDE apresenta concentrações mais elevadas de IGF-1 ($p=0,014$).

TABELA 4: CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

	GDE (n=20)	GDC (n=09)		
	Média ± DP	Média ± DP	F	P
Antropometria				
Idade (anos)	12,34 ± 1,73	11,68 ± 1,52	10,730	0,333
PVC (anos)	-0,30 ± 1,24	-1,52 ± 1,02	10,728	0,701
IPVC	12,64 ± 0,99	13,20 ± 1,02	4,323	0,174
Estatura (cm)	150,40 ± 9,50	143,33 ± 7,84	13,211	0,061
Massa corporal (kg)	47,74 ± 10,12	38,33 ± 7,20	5,130	0,018 *
IMC-z	0,53 ± 1,18	0,15 ± 0,88	5,275	0,040 *
CA (cm)	73,75 ± 7,63	67,28 ± 6,65	2,847	0,033 *
Composição Corporal				
MG US (mm)	11,00 ± 3,76	8,26 ± 2,27	10,319	0,091
MM US (mm) #	34,76 ± 8,34	33,65 ± 8,16	1,744	0,190
MG Bio (kg)#	14,34 ± 6,30	9,73 ± 1,86	6,879	0,042 *
MM Bio (kg)#	17,59 ± 3,68	14,92 ± 3,42	12,976	0,077
%G Bio	27,83 ± 9,51	25,61 ± 2,48	8,762	0,500
Aptidão Física				
FPM (LD) #	18,40 ± 5,24	16,71 ± 7,26	14,171	0,483
FPM (LE) #	16,91 ± 5,26	16,09 ± 4,79	14,198	0,693
SJ (cm) #	18,05 ± 4,23	18,48 ± 3,46	6,539	0,791
SJ (m/s) #	3,23 ± 0,96	3,05 ± 0,15	0,365	0,591
Flexibilidade (cm)	22,35 ± 7,60	22,74 ± 9,34	2,358	0,904
RML (repetições por min)	26,30 ± 6,38	26,11 ± 5,95	1,927	0,940
VO2 (L/min) #	1,74 ± 0,30	1,77 ± 0,31	4,459	0,109
NAF (AFMV/DIA) #	78,40 ± 91,90	94,88 ± 81,94	0,141	0,648
Dados Bioquímicos				
	(n=18)	(n=8)		
HbA1c %	9,47 ± 1,59	9,56 ± 1,80	0,019	0,892
LDL-C (mg/dL)	107,83 ± 20,94	103,50 ± 14,54	13,694	0,698
HDL-C (mg/dL)	54,94 ± 10,34	50,85 ± 13,70	0,389	0,681
CT (mg/dL)	181,11 ± 32,26	160,13 ± 41,91	6,633	0,076
TG (mg/dL)	91,33 ± 35,60	109,38 ± 64,64	5,155	0,531
IGF-1 (ng/mL)	310,22 ± 109,58	193,50 ± 113,84	4,826	0,014 *
LH (mUI/mL)	2,97 ± 2,83	1,08 ± 1,01	3,230	0,053
FSH (mUI/mL)	4,69 ± 2,59	3,96 ± 4,07	0,226	0,799
CK (U/L)	100,17 ± 27,29	94,50 ± 65,10	4,157	0,065

n-paramétrico; *p<0,05; PVC=Pico de velocidade do crescimento. IPVC=Idade do pico de velocidade do crescimento. IMC-z= Score z do IMC. CA=Circunferência abdominal. MG US=Massa de gordura analisada por Ultrassom. MM US=Massa muscular analisada por ultrassom. MG BIO= Massa de gordura analisada por Bioimpedância. MM BIO= Massa muscular analisada por Bioimpedância. FPM (LD)=Força de prensão manual lado direito. FPM(LE)=Força de prensão manual lado esquerdo. SJ(cm)=Teste Squat Jump em cm. SJ(m/s)= Teste Squat Jump em metros por segundo. RML=Resistência muscular localizada.

Com relação à pressão arterial (PA) apenas dois participantes do GDE (10%) apresentaram PA classificada como Elevada. Para o GDC apenas um participante (11%), apresentou PA elevada. Os demais apresentaram a PA classificada como “Normal”.

As concentrações de testosterona nos meninos e estradiol nas meninas foram analisadas. Para a testosterona não foi observado diferença nas concentrações entre os grupos (GDE=287,41 ± 175,99; GDC=101,05 ± 125,83; p=0,189). Para o estradiol também não ocorreram diferenças nas concentrações iniciais (GDE=33,95 ± 14,80; GDC=62,50 ± 27,58; p=0,782).

Não há diferenças nas proporções entre os grupos em relação ao sexo (p=0,063), maturação (p=0,613), classificação da capacidade cardiorrespiratória (APCR), (p=0,352) e Nível de atividade física-NAF (p=0,486) conforme demonstradas na **TABELA 5**. Também não houve diferenças nas proporções entre os grupos para a classificação do escore z do IMC (p=0,141).

TABELA 5: PROPORÇÃO DOS GRUPOS PARA SEXO, MATURAÇÃO, APCR, NAF E IMC ESCORE Z

	GDE	GDC	chi ²	p
sexo				
Meninos	6 (30%)	6 (66%)	0,436	0,063
Meninas	14 (70%)	3 (33%)		
Maturação				
Pré púbere	6 (30%)	6 (66%)	0,256	0,613
Púbere	14 (70%)	3 (33%)		
VO2 máx (Class APCR)				
Fraca	11 (55%)	4 (44%)	0,868	0,352
Satisfatório	9 (45%)	5 (56%)		
NAF (Class)				
Sedentário	10 (50%)	4 (44%)	0,484	0,486
Ativo	10 (50%)	5 (56%)		
SCORE Z DO IMC				
Eutrófico	12 (60%)	8 (88%)	0,532	0,141
Sobrepeso	5 (25%)	1 (12%)		
Obesidade	3 (15%)	0		

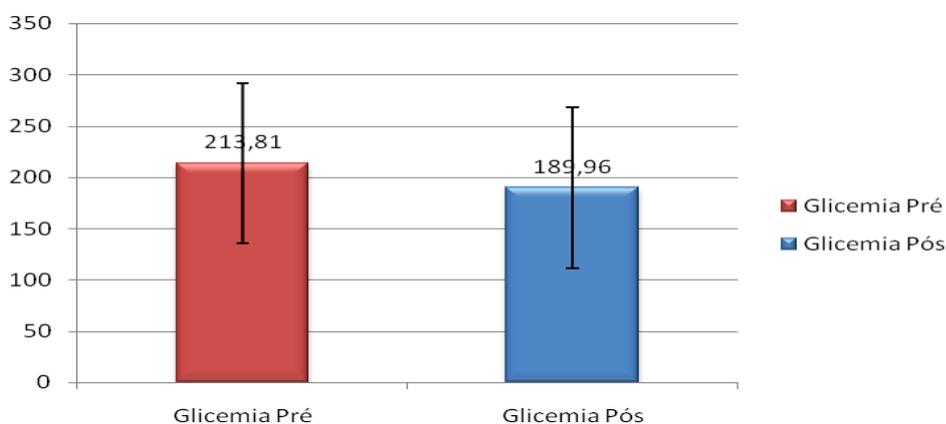
*p<0,05; chi² Qui Quadrado; VO2 máx=capacidade cardiorrespiratória; NAF=nível de atividade física. IMC=índice de massa corporal.

4.2 PERCENTUAL DE CARGA UTILIZADA E INTENSIDADE DO TREINAMENTO

O percentual (%) de 1 RM da carga utilizada avaliada na flexão do cotovelo foi de $56,89 \pm 10,72$, abdução do ombro $54,31 \pm 11,49$, e abdução do quadril $51,00 \pm 11,16$. Para a PSE média avaliada em todas as sessões o resultado apresentou média de $3,87 \pm 0,99$, ou seja, um treinamento de baixa a moderada intensidade.

Analisou-se um total de 533 sessões de treinamento, a média das glicemias aferidas antes das sessões de treinamento foi de $213,81 \pm 78,18$ mg/dl e pós de $189,96 \pm 78,29$ mg/dl com diferença significativa entre as médias ($p=0,001$) como demonstrada no **GRÁFICO 2**. Apesar da diferença significativa nas glicemias pré e pós com uma variação média de $-23,84 \pm 49,76$ mg/dl, houve ocorrência de apenas 11 casos de hipoglicemias leves ao final de todas as sessões (2,06%).

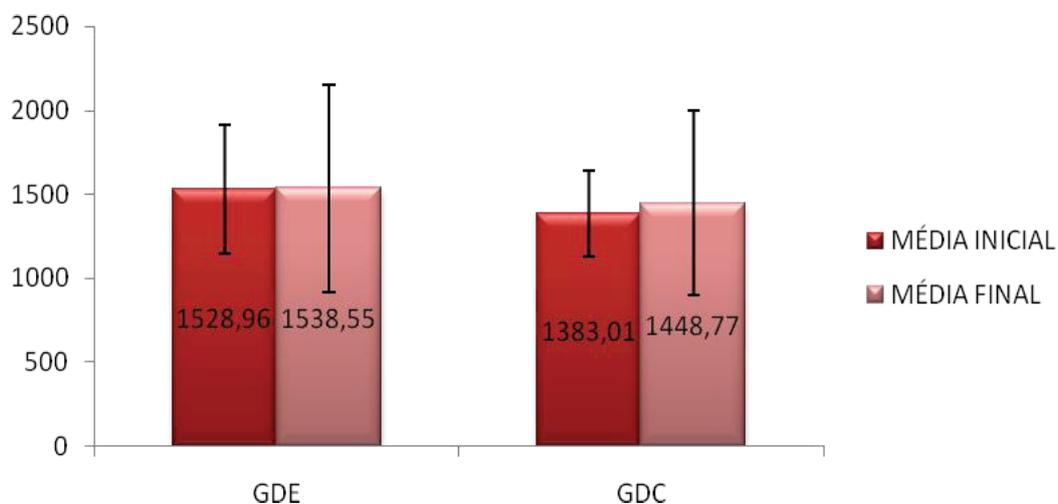
GRÁFICO 2. MÉDIAS GLICÊMICAS PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS



Fonte: o autor

A dose média de insulina aplicada pelos participantes foi de $53,04 \pm 20,49$ para o GDE e $36,36 \pm 13,68$ para o GDC, com diferença significativa entre os grupos ($p=0,035$), com maiores doses médias aplicadas pelo GDE..

Quanto à ingestão calórica não houve diferença na média de calorias diárias ingeridas (kcal/dia) pelos participantes. Para o GDE a média diária de kcal/dia foi de $1528,96 \pm 385,29$ e ao final $1538,55 \pm 617,56$ ($p=0,466$), enquanto que o GDC teve média inicial de $1383,01 \pm 255,80$ e final de $1448,77 \pm 549,80$ ($p=0,195$). Ao comparar os dois grupos não foi possível observar diferenças significativas ($p=0,785$), dados demonstrados no Gráfico 3.

GRÁFICO 3. INGESTÃO CALÓRICA MÉDIA INICIAL E FINAL

Fonte: o autor

4.3 COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS DE PA, DADOS BIOQUÍMICOS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA

A **TABELA 6** apresenta a comparação das variáveis de PA e dados bioquímicos no início e fim da intervenção, bem como a comparação entre os grupos dessas variáveis. O GDE teve melhor resultado para o HDL-C para o efeito tempo ($p=0,009$), e melhor resultado comparado ao GDC ($p=0,015$). Para o Triglicérideo o GDE apresentou redução significativa em relação ao início do treinamento ($p=0,044$).

Para as demais variáveis não ocorreram diferenças significativas da intervenção para o efeito tempo (pré e pós) sem diferenças na comparação entre os grupos.

TABELA 6: COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS DE PA E DADOS BIOQUÍMICOS

	GDE (n=18)				GDC (n=8)				
	Pré	Pós	p		Pré	Pós	p	F	p
	Média ± DP	Média ± DP			Média ± DP	Média ± DP			
PAS (mmHg)	107,75 ± 8,68	111,45 ± 6,15	0,77		103,00 ± 8,08	106,00 ± 6,58	0,06	0,037	0,849
PAD (mmHg)	69,05 ± 10,37	69,75 ± 9,82	0,11		65,44 ± 11,62	68,67 ± 7,76	0,67	2,182	0,154
GLICEMIA DEJEJUM (mg/dl)	269,28 ± 86,01	236,28 ± 103,16	0,47		266,59 ± 174,84	272,50 ± 82,46	0,95	0,547	0,468
HbA1c %	9,47 ± 1,59	9,17 ± 1,15	0,62		9,56 ± 1,80	9,46 ± 1,01	0,25	3,923	0,061
LDL-C (mg/dl)	107,83 ± 20,94	104,89 ± 21,59	0,19		103,50 ± 14,54	110,38 ± 23,44	0,10	1,629	0,216
HDL-C (mg/dl)	54,94 ± 10,34	60,06 ± 9,46 *	0,00		50,85 ± 13,70	49,00 ± 11,01	0,26	8,312	0,015^a
CT (mg/dl)	181,11 ± 32,26	178,72 ± 30,32	0,84		160,13 ± 41,91	176,75 ± 36,33	0,62	1,875	0,185
TG (mg/dl)	91,33 ± 35,60	81,67 ± 50,34 *	0,04		109,38 ± 64,64	112,63 ± 52,45	0,68	0,996	0,066
IGF-1 (ng/mL)	310,22 ± 109,58	312,33 ± 109,23	0,10		193,50 ± 113,84	192,25 ± 117,90	0,34	0,078	0,782
LH (mUI/mL)	2,97 ± 2,83	3,36 ± 2,47	0,91		1,08 ± 1,01	1,33 ± 1,60	0,23	0,232	0,635
FSH (mUI/mL)	4,69 ± 2,59	4,33 ± 2,10	0,88		3,96 ± 4,07	1,95 ± 1,54	0,30	3,612	0,071
CK (U/L)	100,17 ± 27,29	128,06 ± 81,37	0,33		94,50 ± 65,10	98,25 ± 45,19	0,93	0,000	0,998

*<0,05 (efeito tempo). a=GDE x GDC; PAS=Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; HbA1c = Hemoglobina glicada; LDL-C=Colesterol LDL; HDL-C = Colesterol HDL; CT = Colesterol Total; TG = Triacilglicerol; IGF-1 = Fator de crescimento semelhante a insulina; LH = Hormônio Luteinizante; FSH = Hormônio Folículo Estimulante; CK = Creatinquinase.

Na **TABELA 7** são apresentados os dados de composição corporal intra e entre grupos. Ambos os grupos apresentaram melhora na estatura para o efeito tempo GDE ($p=0,043$) e GDC ($p=0,003$) sem diferença entre os grupos.

Ocorreu aumento da Massa Muscular (MM BIO), pós intervenção no GDE ($p=0,007$), sem diferença significativa entre os grupos ($p=0,504$).

TABELA 7: COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS PARA A COMPOSIÇÃO CORPORAL

	GDE (n=20)				GDC (n=9)			
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p	F	p
	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP			
Peso (kg)	47,74 ± 10,12	49,46 ± 10,16	0,34	38,33 ± 7,20	38,69 ± 4,72	0,10	0,366	0,697
Estatura (cm)	150,40 ± 9,50	151,95 ± 9,32 *	0,04	143,33 ± 7,84	145,00 ± 7,38 *	0,03	0,557	0,579
CA (cm)	73,75 ± 7,63	74,09 ± 6,93	0,28	67,28 ± 6,65	65,56 ± 4,98	0,80	2,342	0,113
MG BIO (kg)	14,34 ± 6,30	14,50 ± 5,97	0,27	9,73 ± 1,86	9,01 ± 3,69	0,84	0,318	0,730
MM BIO (kg)	17,59 ± 3,68	18,69 ± 3,92 *	0,01	14,92 ± 3,42	15,41 ± 2,19	0,48	0,700	0,504
%G BIO	27,83 ± 9,51	28,56 ± 7,77	0,35	25,61 ± 2,48	25,33 ± 3,75	0,96	1,598	0,219
IMC score z	0,53 ± 1,18	0,66 ± 1,05	0,22	0,15 ± 0,88	-0,02 ± 1,09	0,47	2,034	0,148
Gordura (mm/US)	11,00 ± 3,76	9,93 ± 3,03	0,14	8,26 ± 2,27	9,18 ± 1,64	0,37	2,025	0,149
Massa muscular (mm/US)	34,76 ± 8,34	35,53 ± 7,38	0,38	33,65 ± 8,16	34,92 ± 4,31	0,31	0,073	0,930

*= p<0,05 (efeito tempo). MG BIO = Massa de gordura analisada por Bioimpedância; MM BIO = Massa Muscular analisada por Bioimpedância; %G BIO = Percentual de Gordura analisada por Bioimpedância; mm/US= milímetros-ultrasom; US=Ultrassom. a=GDExGDC.

Na **TABELA 8** são apresentados os dados das variáveis de aptidão física pré e pós intervenção, o GDE, apresentou melhoras no efeito tempo para a força de preensão manual lado esquerdo ($p=0,010$) e aptidão cardiorrespiratória ($p=0,043$), porém sem diferença significativa entre os grupos.

Na resistência muscular localizada o GDE apresentou melhores valores após intervenção ($p=0,018$) e melhor resultado também na comparação com o GDC ($p=0,005$). Nas variáveis de força avaliada dos testes de predição de 1 RM, o GDE apresentou melhores resultados no pós intervenção (efeito tempo), para abdução do quadril lado direito ($p=0,005$) e esquerdo ($p=0,001$). Para os testes de flexão do cotovelo o GDE apresentou melhores resultados no efeito tempo ($p=0,018$) e em relação ao GDC ($p=0,020$). O mesmo ocorreu para a força de 1RM da abdução do ombro, efeito tempo ($p=0,006$) e em relação ao GDC ($p=0,037$).

TABELA 8: COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS PARA AS VARIÁVEIS DE APTIDÃO FÍSICA

	GDE (n=20)				GDC (n=9)			
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p	f	p
	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP			
FPM (LD)	18,40 ± 5,24	19,39 ± 5,90	0,93	16,71 ± 7,26	16,61 ± 7,02	0,33	0,290	0,750
FPM (LE)	16,91 ± 5,26	18,31 ± 4,86 *	0,01	16,09 ± 4,79	15,98 ± 6,29	0,56	0,846	0,439
Flexibilidade	22,35 ± 7,60	23,63 ± 8,29	0,22	22,74 ± 9,34	23,24 ± 9,03	0,10	0,849	0,437
RML	26,30 ± 6,38	30,45 ± 5,38 *	0,01	26,11 ± 5,95	25,11 ± 9,20	0,56	1,836	0,005 a
SJ (cm)	18,05 ± 4,23	19,85 ± 4,08	0,34	18,48 ± 3,46	18,52 ± 2,05	0,66	0,320	0,729
SJ (m/s)	3,23 ± 0,96	3,12 ± 0,17	0,24	3,05 ± 0,15	3,06 ± 0,11	0,18	0,042	0,959
VO2 máx (L/min)	1,74 ± 0,30	1,90 ± 0,24 *	0,04	1,77 ± 0,31	1,71 ± 0,31	0,31	2,452	0,102
1 RM (FXC)	3,58 ± 1,56	4,13 ± 1,47 *	0,01	2,89 ± 1,27	3,13 ± 0,99	0,96	5,534	0,020 a
1 RM (AO)	2,94 ± 1,19	3,42 ± 1,04 *	0,00	2,44 ± 0,67	2,69 ± 0,74	0,26	1,070	0,037 a
1 RM (AQLD)	3,08 ± 0,96	3,62 ± 1,24 *	0,00	2,66 ± 1,14	3,04 ± 1,38	0,11	0,170	0,845
1 RM (AQLE)	3,08 ± 1,10	3,84 ± 1,36 *	0,00	2,43 ± 1,13	2,90 ± 1,19	0,18	1,086	0,350

*= p<0,05 (efeito tempo). a=GDExGDC; FPM (LD)= Força de preensão manual lado direito; FPM (LE)= Força de preensão manual lado esquerdo; RML = Resistência muscular localizada; 1 RM (FXC) 1 repetição máxima Flexão do cotovelo; 1 RM (AO)= 1 repetição máxima Abdução do ombro; 1 RM (AQLD)= 1 repetição máxima Abdução do quadril lado direito 1 RM (AQLE)= 1 repetição máxima Abdução do quadril lado esquerdo; SJ (cm)= Squat Jump em centímetros; SJ (m/s)= Squat Jump em metros por segundo

4.4 QUALIDADE DE VIDA PRÉ E PÓS INTERVENÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DM1

A **Tabela 9** apresenta a comparação da avaliação da Qualidade de Vida na visão dos pacientes e dos pais/cuidadores no efeito pré e pós intervenção e comparação entre o GDE e GDC.

Para a comparação entre os grupos, não ocorreram diferenças significativas em nenhum dos cinco domínios analisados e no índice total de Qualidade de Vida.

Nas análises do índice total de Qualidade de vida na visão dos pacientes apesar de haver tendência de melhora na análise pós intervenção, não foram observadas diferenças significativas ($p=0,819$), o mesmo ocorreu na avaliação dos pais/cuidadores ($p=0,915$).

TABELA 9: COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE PACIENTES NO INÍCIO E FIM DA INTERVENÇÃO

	GDE (n=20)					GDC (n=9)					
	Pacientes					Pacientes					
	Pré	Pós	Média ± DP	p		Pré	Pós	Média ± DP	p	f	p
SINTOMAS DE DIABETES	40,96 ± 16,77	42,11 ± 16,62	43,99 ± 21,81	0,33		43,99 ± 21,81	38,93 ± 19,32	0,10	0,039	0,845	
BARREIRAS NO TRATAMENTO	41,61 ± 20,70	50,55 ± 23,92	50,99 ± 26,19	0,48		50,99 ± 26,19	45,24 ± 34,81	0,22	0,188	0,668	
ADERENCIA AO TRATAMENTO	51,34 ± 25,38	56,78 ± 24,15	41,99 ± 27,34	0,11		41,99 ± 27,34	39,84 ± 34,31	0,14	0,200	0,659	
PREOCUPACOES	33,62 ± 22,87	35,12 ± 25,29	30,12 ± 17,83	0,22		30,12 ± 17,83	35,95 ± 24,78	0,27	0,527	0,475	
PROBLEMAS COM COMUNICAÇÃO	41,96 ± 31,10	50,14 ± 31,48	42,39 ± 27,34	0,56		42,39 ± 27,34	37,65 ± 40,34	0,47	0,167	0,686	
TOTAL QUALIDADE DE VIDA	209,50 ± 83,04	234,69 ± 75,57	209,47 ± 92,62	0,48		209,47 ± 92,62	197,61 ± 141,71	0,13	0,054	0,819	
	Pais (cuidadores)					Pais (cuidadores)					
	Pré	Pós	Média ± DP	p		Pré	Pós	Média ± DP	p	f	p
SINTOMAS DE DIABETES	39,46 ± 18,71	44,13 ± 16,43	47,93 ± 19,18	0,44		47,93 ± 19,18	40,61 ± 11,39	0,33	1,764	0,197	
BARREIRAS NO TRATAMENTO	40,44 ± 22,82	38,98 ± 24,06	44,80 ± 21,87	0,22		44,80 ± 21,87	43,92 ± 18,84	0,18	0,041	0,841	
ADERENCIA AO TRATAMENTO	41,26 ± 25,22	46,98 ± 25,71	43,03 ± 26,07	0,10		43,03 ± 26,07	44,95 ± 21,13	0,67	0,015	0,904	
PREOCUPACOES	29,71 ± 17,89	21,53 ± 14,59	25,00 ± 21,70	0,89		25,00 ± 21,70	24,10 ± 17,35	0,20	0,696	0,412	
PROBLEMAS COM COMUNICACAO	45,23 ± 32,44	56,21 ± 35,27	56,06 ± 32,94	0,11		56,06 ± 32,94	60,33 ± 21,49	0,17	0,109	0,744	
TOTAL QUALIDADE DE VIDA	196,08 ± 95,80	207,82 ± 92,02	216,81 ± 77,30	0,35		216,81 ± 77,30	213,91 ± 48,13	0,09	0,012	0,915	

* = p < 0,05 (efeito tempo). a = GDE # GDC

4.5 TAMANHO DO EFEITO (ES) PARA O GDE E COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS

Na análise do Tamanho do efeito para o GDE destaca-se um efeito benéfico nas variáveis bioquímicas para o HDL-C (ES=0,520) e triglicerídeos (ES=-0,410). Enquanto que para as variáveis de aptidão física os resultados apresentaram efeito benéfico para a RML (ES=0,680). Para a força de membros inferiores efeito benéfico para a força de 1RM-AQLE (ES=0,590) e efeito muito benéfico para 1RM-AQLD (ES=1,360), (**FIGURA 8 e 9**)

FIGURA 8: MAGNITUDE DO TAMANHO DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA DA INTERVENÇÃO PARA O GRUPO DIABETES EXERCÍCIOS (COMPOSIÇÃO CORPORAL E VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS)

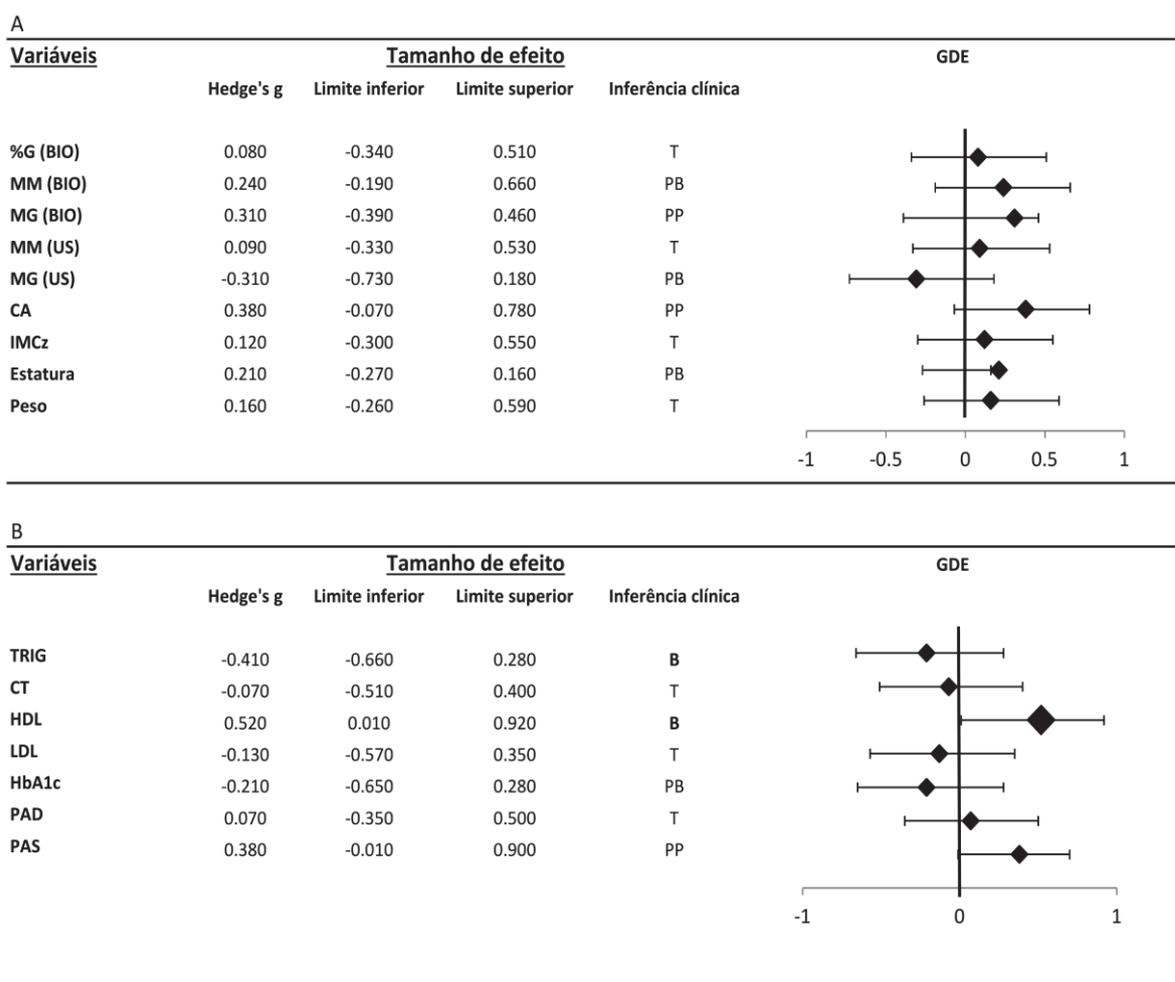
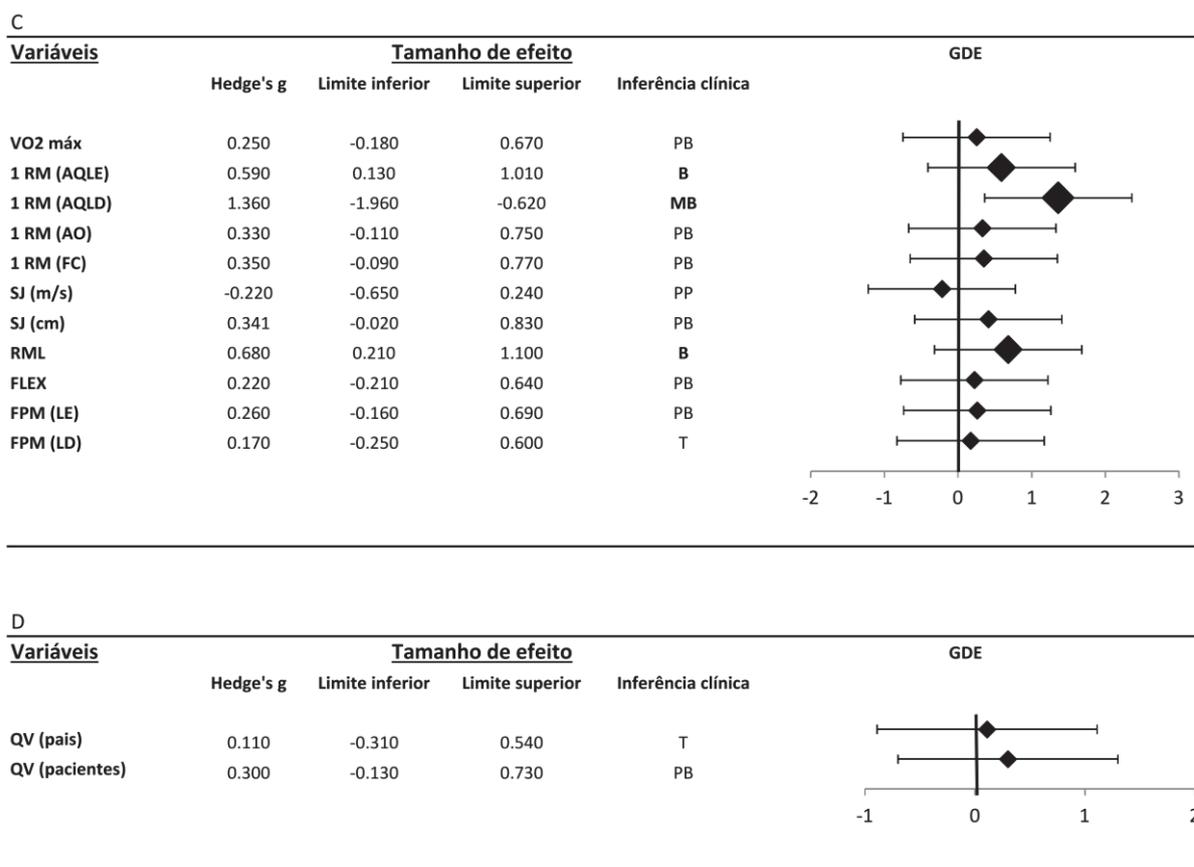


FIGURA 9: MAGNITUDE DO TAMANHO DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA DA INTERVENÇÃO PARA O GRUPO DIABETES EXERCÍCIOS (APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA)



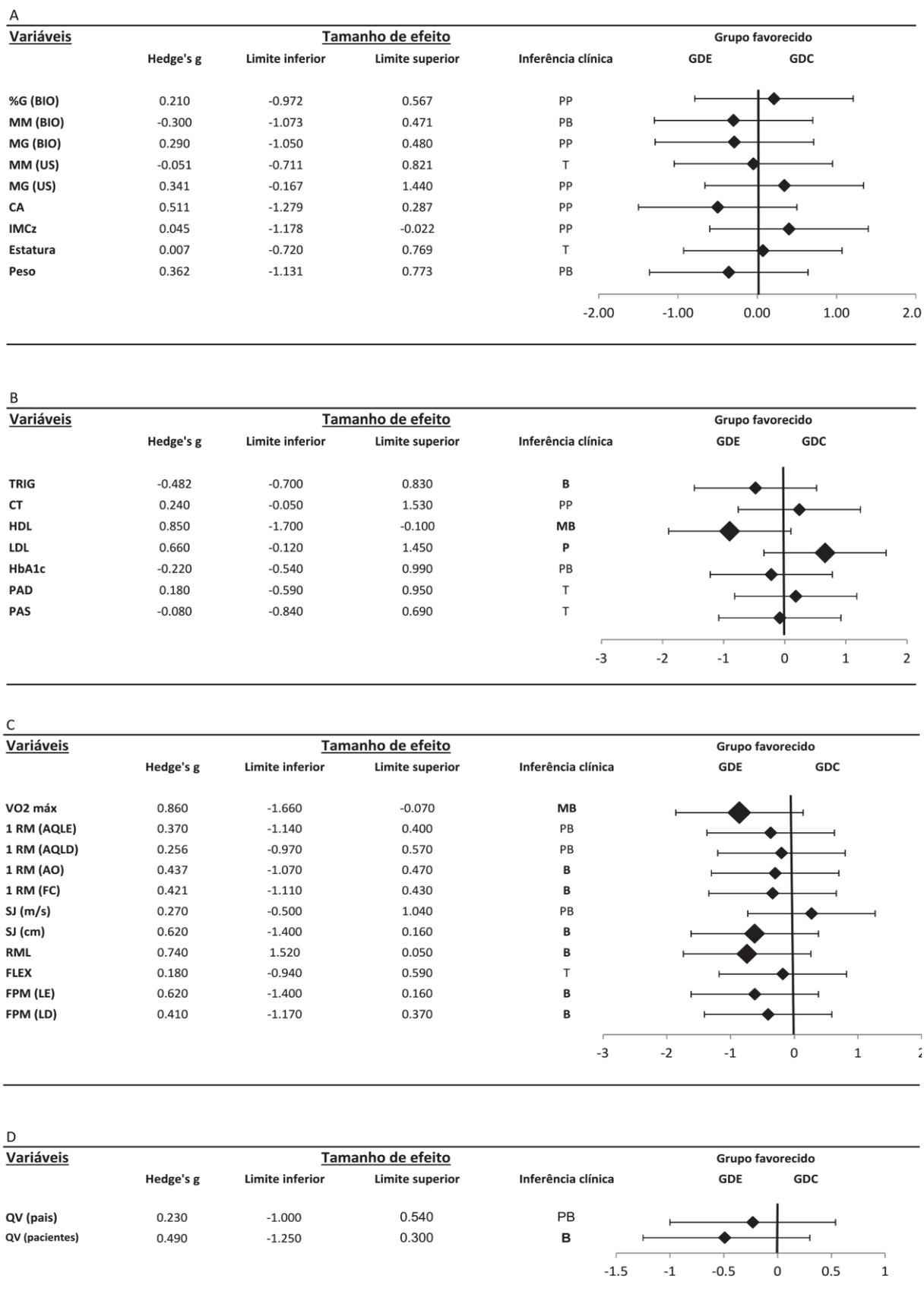
A **FIGURA 10** apresenta a comparação do tamanho do efeito do GDE e GDC. O GDE obteve efeito significativo e muito benéfico para o HDL-C (ES= 0,850), e APCR (ES=0,860).

Ainda para o GDE observa-se efeito significativo benéfico para a redução dos triglicerídeos (ES=-0,482). Para as demais variáveis de aptidão física o GDE apresenta efeito benéfico para a RML (ES=0,740), força de prensão manual lado esquerdo (ES=0,620), lado direito (ES=0,410).

O GDE apresentou ainda efeito significativo benéfico para a força de 1RM (FXC) (ES=0,421), 1RM (AO) (ES=0,437) e potência muscular avaliada por meio do SJ(cm) (ES=0,620).

O GDC apresentou efeito prejudicial para o LDL-C colesterol (ES=0,660).

FIGURA 10: COMPARAÇÃO DA MAGNITUDE DO TAMANHO DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA ENTRE O GRUPO DIABETES EXERCÍCIOS E GRUPO DIABETES CONTROLE



4.6 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DM1

Na análise das relações entre as variáveis bioquímicas, de composição corporal e aptidão física, se observa algumas correlações importantes. Como demonstrado na **TABELA 10**, as principais relações observadas foram correlação direta e Moderada entre HbA1c e MG (BIO) ($r=0,435$, $p=0,020$).

O LDL-C colesterol apresentou correlação direta e Moderada com IMCz ($r=0,601$, $p=0,001$), circunferência abdominal ($r=0,562$, $p=0,003$), massa de gordura e percentual de gordura avaliada por bioimpedância ($r=0,670$, $p=0,001$ e $r=0,531$, $p=0,003$) e correlação inversa e Moderada com o NAF-AFMV ($r=-0,513$, $p=0,004$). O Colesterol Total apresentou correlação direta e Moderada com IMCz ($r=0,670$, $p=0,001$), circunferência abdominal ($r=0,648$, $p=0,001$), massa de gordura e percentual de gordura avaliada por bioimpedância ($r=0,670$, $p=0,001$ e $r=0,511$, $p=0,008$) e também apresenta correlação inversa moderada com o NAF-AFMV ($r=-0,467$, $p=0,001$).

A circunferência abdominal demonstra correlação inversa e moderada com o NAF-AFMV ($r=-0,451$, $p=0,001$). A massa muscular avaliada por Bioimpedância apresentou correlação direta e Moderada com a Força de preensão em ambas as mãos (LD. $r=0,642$, $p=0,001$ e LE. $r=0,581$, $p=0,001$). Correlação direta e Moderada com o NAF-AFMV ($r=0,489$, $p=0,001$). O percentual de gordura apresenta correlação inversa e moderada com a potência muscular analisada em cm ($r=-0,495$, $p=0,006$) e m/s ($r=-0,492$, $p=0,007$).

Os dados de força de preensão manual da mão direita apresentaram correlação direta e moderada com a potência muscular avaliada em cm ($r=0,406$, $p=0,029$) e m/s ($r=0,391$, $p=0,036$). Enquanto a força de preensão manual da mão esquerda apresenta correlação direta e moderada com a potência muscular em cm ($r=0,525$, $p=0,003$) e m/s ($r=0,496$, $p=0,006$), e relação direta e moderada com APCR ($r=0,385$, $p<0,004$). Por fim, a Resistência muscular localizada apresentou correlação direta e moderada com a APCR ($r=0,622$, $p=0,001$).

TABELA 10: CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS DE CONTROLE GLICÊMICO, PERFIL LIPÍDICO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DM1

	LDL-C	HDL-C	TG	CT	IMCz	CA	MG	BIO MM	BIO %G	FPM LD	FPM LE	FLEX	RML	SJ (cm)	SJ (m/s)	VO2 L/min	NAF (AFMV)
HbA1c	0,345	-0,095	0,223	0,022	0,211	0,196	,435*	0,269	0,326	0,320	0,356	0,045	0,060	-0,139	-0,156	-0,028	0,043
LDL-C		0,286	,391*	,748**	,601**	,562**	,670**	,574**	,531**	0,306	0,155	-0,140	-0,287	-0,100	-0,157	-0,092	-,513**
HDL-C		0,187	,581**	0,312	,467*	0,356	0,058	0,406	0,289	-0,156	-0,289	-0,260	-0,300	-0,299	-0,297	-0,369	-0,175
TG		0,383	0,051	0,389	0,360	0,361	0,100	0,383	0,209	0,383	0,209	-0,163	-0,121	0,073	0,053	0,071	-0,381
CT		,705**	,648**	,670**	,458	,511**	,458	,511**	0,028	0,286	0,028	-0,153	-0,158	-0,203	-0,245	-0,088	-,467**
IMCz		,753**	,816**	,655**	,574**	,655**	,574**	,655**	0,274	0,158	0,158	0,043	0,055	-0,245	-0,280	0,135	-0,338
CA		,873**	,698**	,559**	,315	,197	-0,277	-0,214	-0,034	-0,044	-0,093	-0,451*	-0,508**	-0,489**	-0,245	-0,065	-,245
BIO MG		,614**	,780**	0,157	,642**	,581**	0,124	-0,145	0,328	0,286	0,228	0,121	-,495**	-,492**	0,331	-0,325	-,245
BIO %G		,832**	,395*	0,111	,406*	,391*	0,331	0,385*	0,217	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243
FPM LD		,401*	0,089	,525**	,496**	,385*	0,161	0,350	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,243
FPM LE		,407*	0,161	0,350	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,243
FLEX		-,081	-0,054	,622**	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243
RML		-,081	-0,054	,622**	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243
SJ (cm)		-,081	-0,054	,622**	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243
SJ (m/s)		-,081	-0,054	,622**	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243
VO2 L/min		-,081	-0,054	,622**	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243	0,244	0,196	0,199	0,457*	0,220	0,243

*p<0,05 **p<0,001; HbA1c = Hemoglobina glicada; LDL-C = Colesterol LDL; HDL-C = Colesterol HDL; TG = Triacilglicerol; CT = Colesterol Total; IMCz = Escore z do índice de massa corporal; CA = Circunferência abdominal; BIO MG = Massa de gordura por bioimpedância; BIO MM = Massa muscular por Bioimpedância; BIO %G = Percentual de gordura por Bioimpedância; FPM LD = Força de prensão manual lado direito; FPM LE = Força de prensão manual lado esquerdo; FLEX = Flexibilidade; RML = Resistência muscular localizada; SJ = Squat jump; VO2 = Capacidade cardiorrespiratória.

4.7 COMPARAÇÃO DOS GRUPOS PARA A COMPETÊNCIA MOTORA (STS)

A avaliação do teste STS para a competência funcional motora mostrou que o GCE demonstrou ter melhor desempenho no tempo de execução do teste comparado ao GDC após intervenção ($p=0,001$).

Na avaliação ao final da intervenção observou-se melhor desempenho no tempo de execução para o GDE comparado aos valores iniciais ($p=0,001$). (**Gráfico 4**). Na análise da pontuação da escala de competência motora os testes não apresentaram diferenças significativas tanto nos valores pré e pós quanto na comparação entre os grupos (**Gráfico 5**).

GRÁFICO 4: TEMPO DO TESTE DE COMPETÊNCIA MOTORA

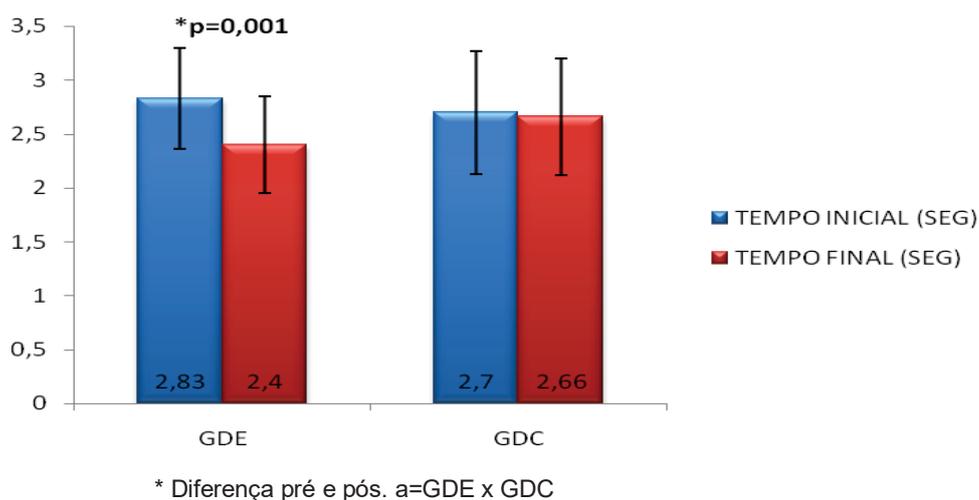
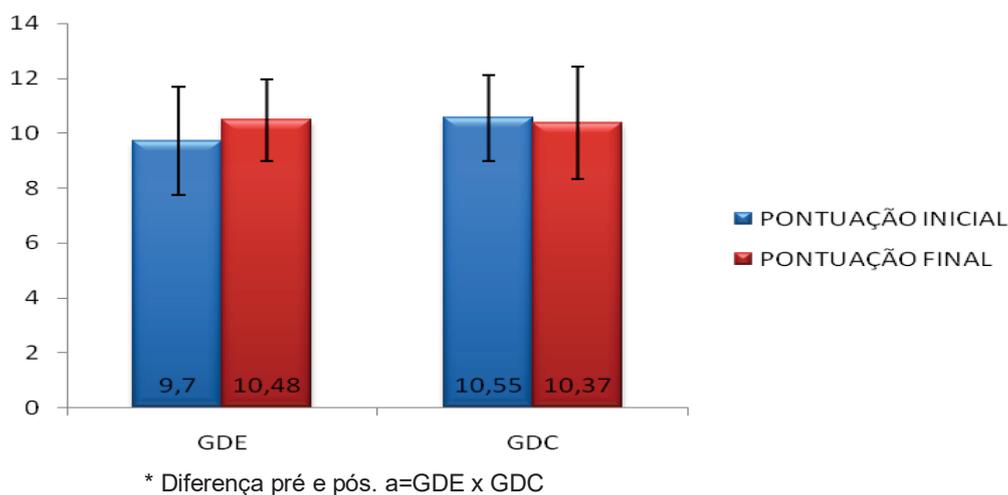


GRÁFICO 5: PONTUAÇÃO DO TESTE DE COMPETÊNCIA MOTORA



4.8 COMPARAÇÃO DOS GRUPOS POR TRATAMENTO (SICI E MDI)

Como a amostra foi composta por participantes que utilizavam dois tipos distintos de tratamento realizou-se a comparação entre os dois tipos de insulinoterapia, com Bomba de insulina (SICI; n=6) e múltiplas doses de insulina (MDI; n=14).

Na análise dos dados iniciais o grupo MDI apresentou diferença com valores mais elevados apenas para a HbA1c, em comparação ao grupo SICI ($9,25 \pm 1,47$ vs $10,20 \pm 1,63$, $p=0,038$).

As médias da variação glicêmica nas sessões de treino comparadas entre os grupos apresentam diferenças para o efeito tempo do exercício ($p=0,001$), mas sem diferença entre as formas de tratamento ($p=0,612$), como demonstrado na **TABELA 11**.

TABELA 11: COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO GLICÊMICA ENTRE SICI E MDI

SICI			MDI			F	p
GLICEMIA PRÉ (mg/dl)	GLICEMIA PÓS (mg/dl)	Δ GLIC (mg/dl)	GLICEMIA PRÉ (mg/dl)	GLICEMIA PÓS (mg/dl)	Δ GLIC (mg/dl)		
Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP			
199,00 ± 79,35	176,87 ± 81,02 *	-22,12	220,87 ± 73,69	196,36 ± 70,19 *	-24,51	0,258	0,612

* $P < 0,005$; SICI = Sistema de infusão contínua de insulina; MDI = Múltiplas doses de insulina.

A análise do *Odds ratio* demonstrou que crianças e adolescentes com tratamento de MDI têm 4,5 vezes mais chances de ter hipoglicemia após exercícios de força na forma remota comparada com seus pares com tratamento de SICI (**TABELA 12**).

TABELA 12: RAZÃO DE CHANCES DE HIPOGLICEMIAS INDUZIDA PELOS EXERCÍCIOS NOS DIFRENTES TIPOS DE INSULINOTERAPIA

	Ocorrência de Hipoglicemia*	Sem ocorrência hipoglicemia*	Total de Treinos	OR (IC 95%)
SICI	01 (0,6%)	163 (99,39%)	164	4,54 (1,22 – 2,13)
MDI	10 (2,71%)	359 (97,28%)	369	
Total	11	522	533	

*Glicemia < 70 mg/dl; OR = *Odds Ratio*; SICI = Sistema de infusão contínua de insulina; MDI = Múltiplas doses de insulina.

Para as variáveis que atestaram diferenças médias entre os grupos na fase inicial, a comparação do efeito no pós-intervenção foi calculada com a medida de fase inicial como covariante. Para as variáveis de PA e dados bioquímicos apresentada na **TABELA 13**, são observadas diferentes respostas no efeito pré e pós intervenção.

Para o grupo MDI podemos observar diferença positiva no aumento do HDL-C para o efeito tempo ($p=0,001$). O grupo MDI apresentou ainda redução do TG para o efeito tempo ($p=0,034$).

TABELA 13. COMPARAÇÃO DADOS DE PA E BIOQUÍMICOS ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS INSULÍNICOS (SICI E MDI)

	SICI (n=6)			MDI (n=14)			F		p
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p			
	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP				
PAS (mmHg)	107,50 ± 6,72	110,17 ± 6,49	0,23	107,86 ± 9,63	112,00 ± 6,16	0,22	0,051	0,825	
PAD (mmHg)	68,50 ± 16,74	64,00 ± 7,85	0,18	69,29 ± 7,02	72,21 ± 9,77	0,34	0,801	0,387	
Glicemia (mg/dl)	235,50 ± 89,06	257,50 ± 95,39	0,47	286,17 ± 83,03	225,67 ± 109,28	0,47	1,989	0,182	
HbA1c %	9,25 ± 1,47	9,00 ± 0,90	0,31	10,20 ± 1,63	9,13 ± 1,30	0,67	4,012	0,066	
LDL-C (mg/dl)	108,33 ± 18,08	107,67 ± 24,01	0,09	107,58 ± 23,00	103,50 ± 21,26	0,21	0,435	0,521	
HDL-C (mg/dl)	56,00 ± 10,16	59,33 ± 8,57	0,12	54,42 ± 10,83	60,42 ± 10,22 *	0,00	4,196	0,226	
CT (mg/dl)	181,33 ± 19,36	185,83 ± 28,69	0,45	181,00 ± 37,92	175,17 ± 31,71	0,43	0,807	0,385	
TG (mg/dl)	73,67 ± 17,76	91,50 ± 84,36	0,98	100,17 ± 39,49	76,75 ± 24,55 *	0,03	3,934	0,081	
IGF-1	258,83 ± 39,76	255,50 ± 42,30	0,45	335,92 ± 125,22	340,75 ± 122,41	0,56	0,004	0,952	
LH	2,03 ± 1,85	2,36 ± 1,31	0,25	3,43 ± 3,17	3,86 ± 2,80	0,66	0,138	0,716	
FSH	4,70 ± 3,54	4,34 ± 2,96	0,15	4,69 ± 2,17	4,33 ± 1,68	0,77	0,658	0,432	
CK	116,33 ± 37,27	168,33 ± 113,26	0,43	92,08 ± 17,48	107,92 ± 55,44	0,13	0,244	0,630	

*<0,05 (efeito tempo). a=GDE x GDC; PAS=Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; HbA1c = Hemoglobina glicada; LDL-C=Colesterol LDL; HDL-C = Colesterol HDL; CT = Colesterol Total; TG = Triacilglicerol; IGF-1 = Fator de crescimento semelhante a insulina; LH = Hormônio Luteinizante; FSH = Hormônio Folículo Estimulante; CK = Creatinquinase.

A **TABELA 14** apresenta a comparação dos dados para as variáveis de composição corporal. Os resultados demonstram diferença significativa no pré e pós intervenção para o grupo MDI para as variáveis: peso ($p=0,003$) e massa muscular avaliada por meio da Bioimpedância ($p=0,032$).

TABELA 14. DADOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS INSULÍNICOS

	SICI (n=6)				MDI (n=14)					
	Pré		Pós		Pré		Pós		F	p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		
Peso (kg)	48,32 ± 10,33	49,22 ± 9,62	0,22	47,49 ± 10,42	49,56 ± 10,73 *	0,01	0,563	0,465		
Estatura (cm)	152,50 ± 12,76	153,33 ± 12,47 *	0,00	149,50 ± 8,15	151,36 ± 8,12 *	0,00	0,427	0,524		
CA (cm)	73,28 ± 6,77	71,83 ± 3,49	0,33	73,95 ± 8,21	75,06 ± 7,89	0,34	1,072	0,318		
MG BIO (kg)	13,98 ± 5,95	14,90 ± 5,57	0,67	15,04 ± 6,66	15,19 ± 6,35	0,71	1,735	0,209		
MM BIO (kg)	18,09 ± 4,81	19,02 ± 4,90	0,93	17,67 ± 3,21	18,75 ± 3,63 *	0,03	0,384	0,545		
%G BIO	25,47 ± 13,52	29,23 ± 8,29	0,98	28,84 ± 7,62	28,27 ± 7,84	0,88	2,180	0,162		
IMC score z	0,55 ± 0,67	0,60 ± 0,97	0,14	0,51 ± 1,36	0,69 ± 1,12	0,29	0,017	0,899		
MG (mm/US)	11,66 ± 2,05	10,01 ± 2,50	0,46	10,72 ± 4,34	9,89 ± 3,32	0,17	0,187	0,672		
MM (mm/US)	34,15 ± 8,21	33,45 ± 8,68	0,33	35,02 ± 8,68	36,42 ± 6,91	0,61	0,058	0,814		

*= p<0,05 (efeito tempo). MG BIO = Massa de gordura analisada por Bioimpedância; MM BIO = Massa Muscular analisada por Bioimpedância;

%G BIO = Percentual de Gordura analisada por Bioimpedância; mm/US= milímetros-ultrassom; US=Ultrassom. a=GDEXGDC.

A **TABELA 15** apresenta a comparação para as variáveis de aptidão física, os grupos não apresentaram diferença entre as formas de tratamento.

Porém, diferenças significativas foram observadas nos valores pós exercícios no grupo MDI para as variáveis: força de preensão manual direita ($p=0,035$) e esquerda ($p=0,001$), Flexibilidade ($p=0,039$), Resistência muscular localizada ($p=0,033$), potência muscular SJ (cm) ($p=0,010$), APCR ($p=0,033$) e força de 1 RM (FXC) ($p=0,034$), AO ($p=0,015$), AQLD ($p=0,023$) e AQLE ($p=0,004$).

TABELA 15: COMPARAÇÃO DADOS DE APTIDÃO FÍSICA ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS INSULÍNICOS (SICI E MDI)

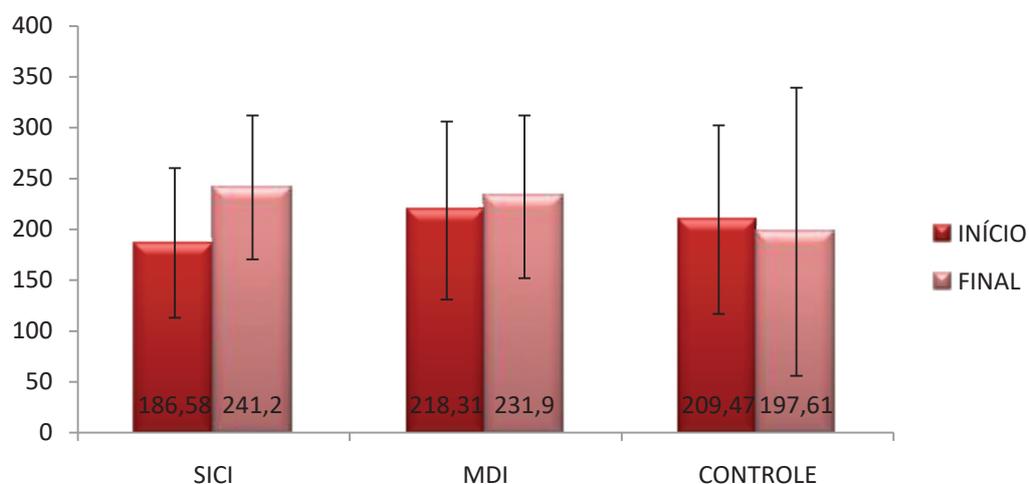
	SICI (n=6)			MDI (n=14)				
	Pré		Pós	Pré		Pós		
	Média ± DP	Média ± DP	p	Média ± DP	Média ± DP	p		
FPM (LD)	19,18 ± 7,55	19,25 ± 9,12	0,68	18,07 ± 4,22	19,45 ± 4,33 *	0,03	1,949	0,183
FPM (LE)	16,95 ± 7,37	17,42 ± 6,70	0,61	16,90 ± 4,42	18,69 ± 4,09 *	0,00	3,105	0,098
Flexibilidade	22,00 ± 2,10	21,00 ± 3,85	0,64	22,50 ± 9,09	24,75 ± 9,49 *	0,03	0,985	0,337
RML	24,50 ± 6,83	26,50 ± 3,73	0,80	27,07 ± 6,27	32,14 ± 5,17 *	0,03	0,813	0,097
SJ (cm)	17,24 ± 5,23	19,49 ± 5,36	0,14	18,40 ± 3,89	20,01 ± 3,63 *	0,01	0,075	0,788
SJ (m/s)	2,99 ± 0,22	3,10 ± 0,22	0,31	3,33 ± 1,14	3,13 ± 0,15	0,09	0,394	0,540
VO2 máx (L/min)	1,60 ± 0,24	1,67 ± 0,21	0,33	1,79 ± 0,31	2,00 ± 0,19 *	0,03	0,771	0,394
1 RM (FXC)	4,14 ± 2,09	4,42 ± 1,84	0,47	3,34 ± 1,28	4,01 ± 1,35 *	0,03	0,248	0,126
1 RM (AO)	3,62 ± 1,78	3,91 ± 1,40	0,17	2,64 ± 0,73	3,07 ± 0,77 *	0,02	1,323	0,268
1 RM (AQLD)	3,61 ± 0,99	3,90 ± 1,42	0,21	2,85 ± 0,88	3,50 ± 1,18 *	0,01	0,683	0,421
1 RM (AQLE)	3,67 ± 1,30	4,25 ± 1,72	0,33	2,82 ± 0,93	3,67 ± 1,21 *	0,00	0,564	0,464

* = p<0,05 (efeito tempo). a=SICI x MDI. FPM (LD)=força de prensão manual lado direito. FPM (LE)=força de prensão manual lado esquerdo.

RML = Resistência muscular Localizada; SJ (cm)=Squat Jump em cm. SJ (m/s)=Squat Jump metros por segundo. 1 RM (FXC)=1 repetição máxima flexão do cotovelo, (AO) abdução do ombro, (AQLD) abdução do quadril lado direito. (AQLE) abdução lado esquerdo.

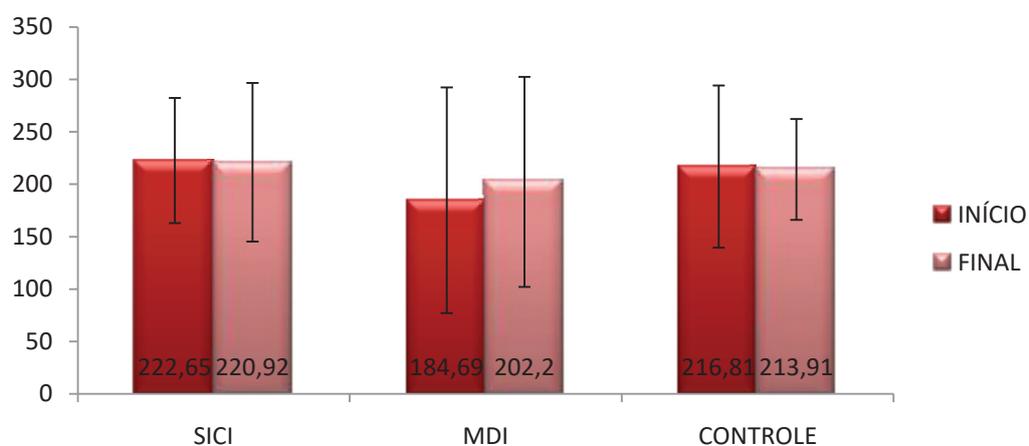
Quanto à qualidade de vida a comparação entre os grupos separados por tratamento, há uma tendência de melhora na QV em ambos as formas de tratamento, porém não houve diferenças significativas entre os grupos tanto para as respostas dos Pacientes ($p=0,743$), como nas respostas dos Pais/cuidadores ($p=0,884$). Dados demonstrados nos gráficos 6 e 7.

GRÁFICO 6: QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA (PACIENTES), SEPARADO POR FORMA DE TRATAMENTO



* $P < 0,05$ a=SICI x MDI; b=SICI x CONTROLE; c=MDI x CONTROLE

GRÁFICO 7: QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA (PAIS/RESPONSÁVEIS), SEPARADO POR FORMA DE TRATAMENTOS

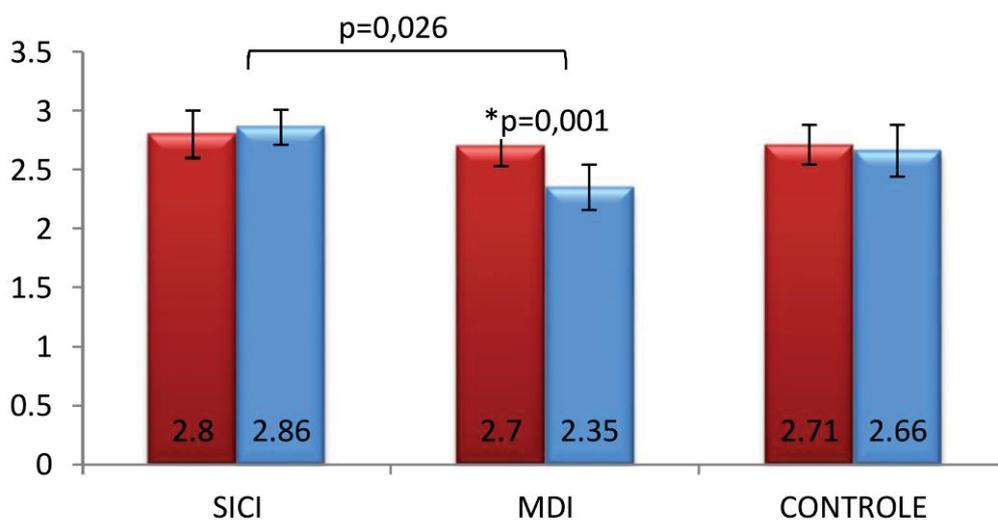


* $P < 0,05$ a=SICI x MDI; b=SICI x CONTROLE; c=MDI x CONTROLE

A avaliação da competência motora e comparação entre as formas de tratamento demonstraram melhora no tempo de execução do teste após intervenção para o grupo MDI ($p=0,001$), e melhora do tempo de teste com diferença para o grupo MDI em relação ao grupo SICI ($p=0,026$).

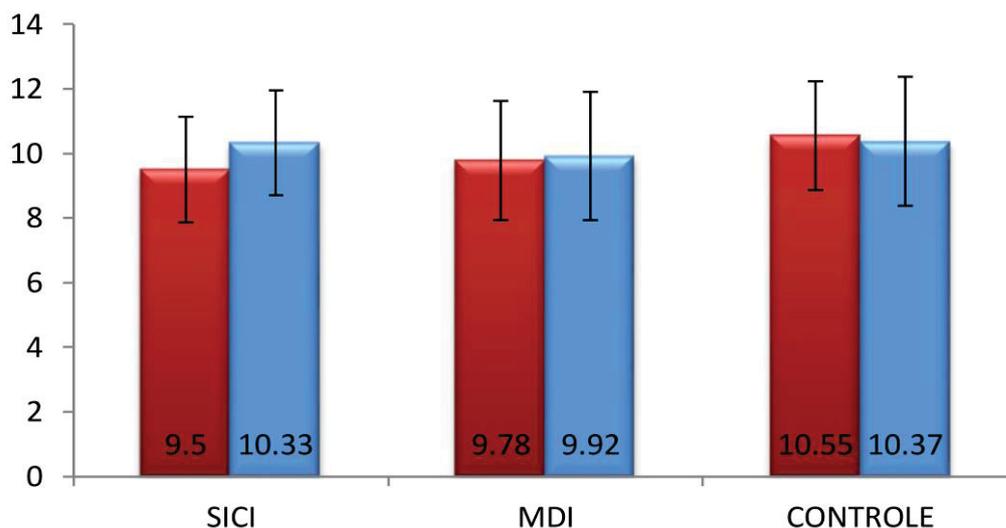
Para o escore de pontuação do STS não ocorreram diferenças significativas entre os grupos.

GRÁFICO 8: TEMPO DE EXECUÇÃO DO STS (SEG)



*Efeito tempo; a=SICI x MDI; b=SICI x CONTROLE; c=MDI x CONTROLE

GRÁFICO 9: ESCORE DE PONTUAÇÃO DO STS



* $P<0,05$ a=SICI x MDI; b=SICI x CONTROLE; c=MDI x CONTROLE

5 DISCUSSÃO

No presente estudo realizou-se uma intervenção com TF de forma remota síncrona para crianças e adolescentes com DM1. O intuito foi analisar os efeitos desta forma de intervenção em parâmetros de controle metabólico, composição corporal, aptidão física, competência motora e qualidade de vida dessa população. Essa é uma área que necessita de estudos, pois a literatura apresenta poucos trabalhos que avaliaram treino de força, diabetes, crianças e adolescentes.

De maneira geral, o tratamento e abordagem completa para o DM1 é a insulinoterapia, atividade física regular e planejamento alimentar realizados simultaneamente. Ressaltamos que há evidências dos benefícios do treinamento físico em indivíduos com DM1, tais como melhora na sensibilidade à insulina, redução das doses de insulina e redução das disfunções autonômicas e cardiovasculares (DE ANGELIS *et al.*, 2006). De acordo com a literatura os exercícios físicos são fundamentais no tratamento do diabetes, eles auxiliam na redução dos riscos de complicações e conseqüente mortalidade relacionada ao controle inadequado da doença (PEREIRA *et al.*, 2023).

Existem evidências que o DM1 está associado a uma mortalidade quase três vezes maior do que a população em geral (SCHOFIELD *et al.*, 2019). Portanto, manter um estilo de vida saudável é imprescindível para o diabético ter uma boa qualidade de vida e neste contexto os exercícios fazem parte do processo para reduzir os fatores de risco da doença.

No presente estudo, a análise da caracterização da amostra demonstrou que, para a maioria das variáveis, o GDE apresentou médias semelhantes ao GDC, exceto valores mais elevados para massa corporal, IMCz e CA para o GDE. Estas diferenças ocorreram ao acaso na distribuição dos indivíduos com DM1 nos dois grupos exercício e controle, pois estas variáveis não foram controladas e podem estar associadas a determinantes ambientais individuais. As mudanças na rotina relacionada à doença podem afetar o desenvolvimento de crianças e adolescentes com diabetes, a interação entre determinantes ambientais e biológicos podem influenciar no ritmo do desenvolvimento, ou seja, indivíduos mesmo nascidos na mesma data cronológica podem ter desenvolvimentos diferentes devido a essas interações (WONDISFORD, 2020).

Destacamos que, hormônios sexuais como estradiol e testosterona têm funções muito importantes no desenvolvimento biológico humano, e isso pode afetar principalmente a estrutura morfológica, o crescimento esquelético e os níveis de força muscular (DE ALMEIDA-NETO *et al.*, 2020; DE ALMEIDA-NETO *et al.*, 2020). Porém, as diferenças antropométricas observadas parecem não estar relacionadas às concentrações desses hormônios, visto que não ocorreram diferenças nas médias de testosterona e estradiol entre os grupos. Além disso, ao analisar as proporções em relação ao sexo e maturação, os grupos não apresentam diferenças entre eles. As proporções para capacidade cardiorrespiratória e nível de atividade física também não foram diferentes.

Durante o TF realizado de forma remota, a intensidade média do treinamento dos participantes, avaliada por meio da PSE de Omni, foi classificada como “Fácil” a um “Pouco Fácil”, com um percentual de carga utilizada nas sessões entre 51 a 60% de 1RM. A intensidade baixa a moderada foi propositadamente utilizada como forma de amenizar os riscos de lesões, tendo em vista que os exercícios foram realizados em grupo e de maneira remota. Pois, de acordo com a SBD (2023), a prescrição de exercício físico de maior intensidade deve ser individualizada e de acordo com a condição física do DM1, de preferência com acompanhamento profissional individualizado.

Em relação à variação glicêmica média durante as sessões de treinamento, ressaltamos a baixa ocorrência de hipoglicemias após as sessões (11 ocorrências em 533 sessões), atingindo um percentual de 2,06%. Resultado importante na execução de exercícios físicos em DM1, tendo em vista que o medo de hipoglicemias é um dos principais fatores que limitam a prática regular de exercícios por pacientes diabéticos (LIMA *et al.*, 2017). É importante destacar que não houve prescrição nutricional nos dias de exercícios e da alimentação pré-exercícios para os pacientes, possibilitando uma vivência mais próxima da realidade de cada um com seus hábitos alimentares do cotidiano, por segurança dos participantes o controle das concentrações glicêmicas foi aferido antes e logo após todas as sessões.

Desta forma, a presente pesquisa demonstra que o TF remoto pode ser uma alternativa segura com baixo risco de hipoglicemias para essa população. Diferente do exercício aeróbio, o exercício de força dependendo da intensidade pode aumentar a glicemia durante a sua execução, determinando um menor risco de hipoglicemia tanto durante quanto após o exercício (SBD, 2020), esse aumento

temporário na glicemia ocorre normalmente com treinos com alta intensidade, fato que não ocorreu no presente estudo.

O trabalho de revisão sistemática de Silva Marçal *et al.* (2018), avaliou evidências sobre os efeitos dos exercícios físicos em indivíduos com DM1, os resultados demonstram que exercícios de força provocam menor declínio inicial de glicose durante a atividade comparado com exercícios aeróbicos e grupo controle. Essa relação do DM1 e o exercício de força no controle glicêmico não está bem definido, no entanto, parece que os exercícios de força podem ajudar a minimizar o risco de hipoglicemia induzida pelo exercício físico (COLBERG, 2016).

Lima *et al.* (2022) em revisão sistemática com meta-análise verificou os efeitos do TF isolado no controle glicêmico de pessoas com DM1, os resultados demonstraram que o TF com crianças e adolescentes e intervenções mais longas, acima de 24 semanas, demonstraram redução significativa da HbA1c, aumento da força e melhora do perfil lipídico, enquanto intervenções com menor tempo não apresentaram mudanças significativas, porém com tendência decrescente da HbA1c.

5.1 COMPARAÇÃO INTRA E ENTRE GRUPOS DE PA, DADOS BIOQUÍMICOS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA

O primeiro objetivo da presente pesquisa foi verificar os efeitos do treinamento de força remoto no controle glicêmico avaliado por HbA1c, e no perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1. A **hipótese (H1)** do estudo foi que o treinamento de força remoto proporciona melhoras no controle glicêmico e perfil lipídico. Esta hipótese foi **aceita parcialmente**, pois foram observados benefícios no perfil lipídico após a intervenção para o GDE, com melhoras nos valores de HDL-C e redução de triglicerídeos (TG). Porém, as respostas do treinamento de força no controle metabólico dos participantes não apresentaram melhoras significativas na HbA1c. Para as outras variáveis do perfil lipídico não houve alterações significativas.

Na literatura poucos estudos analisaram o efeito do TF sobre a HbA1c e os resultados são contraditórios. Alguns estudos realizados com adultos com DM1 não encontraram redução significativa na HbA1c, mas os autores observaram tendência decrescente em sua concentração (WRÓBEL *et al.*, 2018; RAMALHO *et al.*, 2006). A hipótese é que maiores efeitos não ocorreram devido ao tempo de intervenção de

apenas 12 semanas em ambos os estudos, desta forma, intervenções mais curtas sugerem menor efetividade, fato que corrobora com o presente estudo.

Por outro lado, trabalhos realizados com maior tempo de intervenção entre 24 e 32 semanas encontraram melhorias significativas na HbA1c de crianças e adolescentes (SALEM *et al.*, 2010; PETSCHNIG *et al.*, 2020). O paciente pediátrico difere-se dos adultos quanto à resposta fisiológica aos tratamentos, em razão da fase de crescimento e maturação sexual (ADA, 2019). Apesar de não haver diferença nas proporções entre os grupos é importante salientar que 70% dos pacientes estudados estavam na puberdade, fator que pode ter influenciado nos resultados do presente estudo. Isso pode ter dificultado a observação do benefício do treinamento de força na HbA1c, devido a influência da fase de crescimento e maturação na sensibilidade a insulina que pode dificultar o controle glicêmico (ANDRADE *et al.*, 2020). Nesta fase hormônios contrarregulatórios à ação da insulina como o cortisol e o hormônio do crescimento (GH), contribuem para a hiperglicemia e pior controle glicêmico (ADA, 2019).

Em relação ao perfil lipídico, as dislipidemias na infância raramente resultam em eventos adversos nessa faixa etária, porém seus efeitos na idade adulta devem ser considerados (MATHEUS *et al.*, 2008). Adultos com DM1 têm risco até quatro vezes mais elevado de desenvolver aterosclerose em relação à população sem a doença, e nestes pacientes, os eventos cardiovasculares são responsáveis por até 44% da mortalidade total (ARCANJO *et al.*, 2005; RASSI E RASSI, 2006). Por isso é importante a prática de exercícios físicos desde a infância para auxiliar na redução desse risco na fase adulta.

Nosso estudo demonstrou melhoras no perfil lipídico após 12 semanas de TF, efeito importante, pois estudos demonstram que crianças diabéticas apresentaram concentrações mais baixas de HDL-C e mais altas de TG, quando comparadas às crianças da mesma idade sem a doença (SBD, 2023). Ressalta-se que a insulino terapia associada às mudanças na alimentação e ao sedentarismo de pacientes com diabetes contribui para o ganho de peso e isso favorece o desenvolvimento de um perfil lipídico mais aterogênico, com elevação de TG, LDL-C e diminuição de HDL-C (MATHEUS, 2008).

Além disso, crianças e adolescentes com DM1 apresentam desenvolvimento precoce de doença aterosclerótica, maior rigidez e espessamento das paredes arteriais comparadas aos indivíduos sem a doença, antes mesmo da detecção

clínica de complicações micro ou macrovasculares (DAHL-JORGENSEN *et al.*, 2005; RÖNNBACK *et al.*, 2004). Assim, o TF realizado no presente estudo demonstrou efeito positivo no perfil lipídico ao aumentar o HDL-C e redução no TG para as crianças e adolescentes com DM1, dado importante para a saúde metabólica desta população, visto que já foram descritas na literatura várias anormalidades no perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1, as principais alterações encontradas foram altas concentrações de colesterol total e LDL-C e baixas concentrações de HDL-C (FERRANT *et al.*, 2014; KERSHNAR *et al.*, 2006).

Recente pesquisa reforça o achado dos benefícios dos exercícios no perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1, a pesquisa analisou dados de 32 adolescentes com DM1 e idade média de $13,1 \pm 1,9$, os resultados apontaram que adolescentes fisicamente ativos apresentaram melhores níveis lipídicos, concentrações menores de TG, além de melhor composição corporal e APCR em comparação com seus pares sedentários (LIMA *et al.* 2024).

Entretanto, os estudos em adultos com DM1 apresentam resultados contraditórios nas respostas do treinamento de força e perfil lipídico, especificamente no HDL-C colesterol. Alguns trabalhos não encontraram aumento significativo do HDL-C após treinamento de força (HAYASHINO *et al.*, 2010; KELLEY *et al.*, 2007, KELLEY *et al.*, 2009). Enquanto estudos como o de Hernán e Ramírez (2011), que avaliaram 16 indivíduos entre 18 a 35 anos, e os participantes foram alocados em dois grupos: intervenção (n=8), que realizaram seis semanas de treinamento de força e grupo controle (n=8), os resultados foram benéficos com aumento nas concentrações de HDL-C no grupo intervenção sem alterações no grupo controle. Porém, todos esses trabalhos foram realizados com adultos devendo ser comparado com cautela com os presentes achados.

Na revisão sistemática com meta análise realizada por Lopes *et al.* (2019), que analisaram o efeito de diferentes tipos de exercícios nas alterações do HDL-C em crianças e adolescentes sem DM1, os autores observaram que os resultados sugerem significativo aumento do HDL-C apenas para o grupo de exercícios de exercícios aeróbicos contínuo, o que pode sugerir especificidade do tipo de exercício para este parâmetro, porém melhoras nas concentrações no HDL-C ocorreram na presente TESE com a influência do TF remoto, podendo ser uma opção de treinamento para auxiliar na melhora do HDL-C.

Além disso, na meta análise de Lopes *et al*, (2019), houve tendência de redução significativa nas concentrações de HDL-C no grupo sem exercício, fato observado no presente estudo, porém sem diferenças estatísticas significativas.

Assim, as descobertas indicam a importância da prática de exercícios físicos de intensidade moderada como tratamento não farmacológico para aumentar as concentrações do HDL-C em crianças e adolescentes sem DM1 (LOPES *et al*, 2019). Desta forma, pode-se inferir que os achados na presente pesquisa podem ter relação à intensidade moderada do treinamento, embora se trate de treinamento de força, a intensidade média avaliada por meio da PSE permaneceu entre baixa a moderada.

Porém os resultados devem ser utilizados com cautela, pois as diferentes fases da puberdade apresentam diferenças nas concentrações de HDL-C e CT. Esse fato foi observado no estudo de Mascarenhas *et al*, (2015), analisou 570 adolescentes do sexo masculino com idade entre 10 e 17 anos, o objetivo do estudo foi avaliar a variação nas concentrações de lipídios e lipoproteínas em meninos durante a puberdade. Os resultados demonstraram que há redução significativa nas concentrações de CT e HDL-C entre o início e o final da puberdade.

Intensidades inferiores a 67% de 1RM em geral são utilizadas quando o objetivo do treinamento é a resistência muscular localizada, já intensidades entre 67% e 85% de 1RM são utilizadas quando o objetivo é a hipertrofia muscular. Por fim para desenvolvimento de força máxima a intensidade recomendada é acima de 85% de 1RM (FLECK, 2003; FLECK e KRAEMER, 2006; HATFIELD *et al.*, 2006).

Além da intensidade, o acúmulo dos efeitos agudos das sessões de treino pode refletir as alterações nas concentrações do HDL-C. Modificações lipoprotéicas foram observadas em homens saudáveis idade média de $25,4 \pm 3,1$ anos que realizaram treinamento de hipertrofia, com séries entre oito a doze repetições com intervalo de 60 segundos, comparando com treinamento de força máxima de uma a cinco repetições e intervalos de cento e vinte segundos. As concentrações do HDL-C aumentaram significativamente 11% para o grupo hipertrofia, cujos autores observaram aumento da enzima lecitina-colesterol-acil-transferase após exercício de 14%, voltando aos valores basais após 48 horas (WALACE *et al.*, 1991).

Desta forma, a manutenção de um perfil lipídico adequado para crianças e adolescentes com DM1 tem extrema importância para a saúde na fase adulta. O fato de haver melhoras no HDL-C e redução do TG para o GDE demonstra haver efeito

positivo do TF para essa população. Quanto ao controle glicêmico, embora na literatura ainda haja contradições sobre o efeito direto do exercício na HbA1c, existem outros benefícios adicionais significativos, como por exemplo, a redução do risco cardiovascular, o controle do peso, melhora da força muscular, a melhora do condicionamento físico e a redução do colesterol LDL-C e de triglicerídeos (ABSIL *et al.*, 2019; COLBERG, 2016).

O segundo objetivo da pesquisa foi avaliar a influência do treinamento de força remoto na composição corporal e aptidão física de crianças e adolescentes com diabetes. A **hipótese (H2)** é que após intervenção com treinamento de força há melhora da composição corporal e aptidão física em crianças e adolescentes com DM1, **foi parcialmente aceita**, pois não foi observado melhoras da composição corporal após treinamento, porém observaram-se melhoras dos parâmetros de aptidão física para as crianças e adolescentes com diabetes.

Um dos receios de incluir o treinamento de força para crianças e adolescentes é que esse tipo de exercício prejudique o crescimento, profissionais de saúde são frequentemente questionados quanto aos efeitos prejudiciais ou positivos do exercício físico sobre o crescimento de seus filhos (ALVES, LIMA 2008). Os resultados do presente estudo demonstram que o treino de força de forma remota de intensidade moderada não interferiu nos parâmetros da estatura de crianças e adolescentes diabéticos.

O trabalho de Sothorn *et al.* (1999) estudou o efeito de treinamento de força em crianças obesas demonstrou que crianças após um ano de treinamento apresentaram aumentos dentro da normalidade esperada na estatura, mostrando que não houve prejuízos no crescimento delas por influência do programa de TF realizado. Resultado que corrobora com a presente pesquisa onde não houve diferenças entre os grupos.

Na composição corporal houve aumento na massa muscular para o GDE, sem diferença para o GDC, esse aumento para o GDE pode estar associado às concentrações iniciais mais elevadas de IGF-1 neste grupo. O aumento da massa magra do GDE foi de 6,3% em relação aos valores iniciais, enquanto o grupo controle teve uma alteração de 3,3%.

O IGF-1 é um hormônio polipeptídico que apresenta estrutura semelhante à insulina, ele é secretado pelo fígado após a estimulação do GH nas células hepáticas (BAECHLE, EARLE, 2008; SHOENFELD *et al.*, 2016). A sinalização

deste hormônio ocorre via segundo mensageiro e a cascata de sinalização intracelular tem efeito anabólico e anticatabólico no tecido muscular, favorecendo então ao crescimento muscular (KRAEMER, RATAMESS, 2005; SHOENFELD *et al.*, 2016).

Porém, o treinamento não demonstrou alterações nas concentrações do IGF-1 após 12 semanas de intervenção. De acordo com a literatura, para apresentar alterações basais, este hormônio necessita maior tempo de intervenção. O estudo de Borst *et al.* (2001) após um programa de 25 semanas de treinamento de força, apresentaram elevações significantes do soro de IGF-1 basal somente a partir da 13ª semana, o resultado foi similar entre grupos que realizaram série única e séries múltiplas. Outro trabalho observou resultados similares com aumentos significantes das concentrações do IGF-1 de repouso em mulheres adultas sedentárias após 24 semanas de Treinamento de força (MARX *et al.*, 2001).

Em relação ao tratamento medicamentoso, a insulina é fundamental ao tratamento do DM1. Ela é um hormônio que possui um alto potencial anabólico, possuindo papel essencial na manutenção glicêmica, por meio da captação de glicose nos tecidos receptíveis à insulina, como o tecido adiposo e o músculo esquelético, e também atua inibindo a liberação de glicose pelo fígado (LIEBERMAN, *et al.*, 2013).

Na presente pesquisa o GDE apresentou médias de doses de insulina maiores que o GDC, porém, isso pode estar relacionado às médias maiores de peso corporal para o GDE, diferenças antropométricas encontradas na fase inicial do estudo. Ressalta-se que as necessidades diárias de insulina no DM1 podem ser calculadas a partir do peso corporal, em geral, variando entre 0,4 U/kg/dia a 1,0 U/kg/dia (SBD, 2023).

Outro aspecto a ser destacado é que, no ambiente esportivo, a insulina vem sendo utilizada como um agente anabólico, por induzir o transporte de aminoácidos para o interior das células musculares, aumentando a produção de glicogênio muscular, prevenindo a quebra de proteínas musculares (ALMEIDA, 2010). Porém, a insulina pode provocar efeitos quando sua utilização são com doses supra fisiológicas, como afirma Machado *et al.* (2018) que é necessário doses supra fisiológicas de insulina para que consiga produzir aumento de massa muscular em um curto período de tempo e por esta razão atletas chegam a usar cinco vezes a mais o que o pâncreas produz diariamente. No caso de pessoas com DM1, o

objetivo da insulinoaterapia é de mimetizar a secreção fisiológica de insulina que ocorre em indivíduos sem diabetes (SBD, 2023), sendo repostada de forma exógena em quantidades fisiológicas.

No presente estudo foi realizada uma progressão de 33% do volume inicial de treinamento, mesmo assim não houve diferença significativa na massa muscular entre os grupos. Assim, com relação à ausência de diferença entre o GDE e GDC no aumento da massa muscular, a hipótese é que o tempo de intervenção tenha sido pequeno para influenciar resultados significativos, ou a progressão de volume de treino não tenha sido suficiente como dose resposta.

O trabalho de Enes *et al.*, (2024), analisou a dose resposta de diferentes aumentos de volume de séries semanais em TF em 31 homens treinados (idade $24,4 \pm 2,9$ anos), os resultados sugerem que incrementos mais elevados no volume de treino (quatro a seis séries a cada duas semanas) favorecem o maior aumento de força muscular mesmo em indivíduos treinados. O estudo sugere ainda uma potencial relação dose-resposta na hipertrofia muscular com o aumento do volume de treinamento.

Nossos resultados foram diferentes do estudo de Scarpelli *et al.* (2020), que observou maior hipertrofia em participantes que realizaram uma progressão de 20% do volume inicial comparado ao grupo que não fez essa progressão. Porém, o trabalho de Scarpelli foi realizado com 16 adultos com idade média de 24,8 anos, sendo que a presente pesquisa foi com crianças e adolescentes, que mesmo com o volume total acumulado similar entre condições experimentais não apresentou diferenças na massa muscular após 12 semanas de TF.

Outro trabalho realizado por Nóbrega *et al.* (2022) realizou uma análise de estudos prévios e observou que a taxa de progressão no volume de treinamento afetou significativamente a magnitude da hipertrofia muscular. Desta forma, o fato do presente estudo não apresentar diferenças significativas na hipertrofia pode ter relação à progressão do volume na periodização do treino não ter sido suficiente para esta população.

Outro ponto a se observar também é que a presente TESE utilizou uma sobrecarga média de 60% de 1RM, caracterizando um trabalho de resistência muscular localizada e não especificamente de hipertrofia muscular que requer uma sobrecarga maior, em geral acima de 70% a 80% de 1RM (CHAGAS *et al.*, 2005).

Quanto às variáveis de aptidão física o GDE teve melhores resultado após intervenção, os exercícios aumentaram a força de 1RM (FXC) e 1RM (AO) com melhor resultado comparado ao GDC e melhoras no efeito tempo para o GDE na FPM e 1RM na abdução do quadril. O aumento da força muscular em pacientes com DM1 é importante, pois pode otimizar o metabolismo anaeróbico em exercícios, aumentando a captação e utilização de glicose durante a prática e em longo prazo pode favorecer a melhor controle glicêmico (PETSCHNIG *et al.*, 2020).

Um estudo de revisão sistemática comparou os efeitos do TF isolado com TF combinado com treinamento aeróbico na resposta da força muscular de DM1, os resultados demonstraram que ambos os treinamentos aumentaram a força muscular de forma similar em adultos com DM1 (FLORES *et al.*, 2021). Ou seja, os exercícios aeróbicos não interferem no aumento da força muscular proporcionado pelo TF isolado. A presente TESE não aplicou treinamento aeróbico combinado, apenas aquecimento geral de cinco minutos.

De maneira geral, na presente pesquisa, o TF favoreceu o aumento da força muscular tanto de membros superiores como inferiores. O estudo realizado por Wróbel *et al.* (2022) corrobora com nossos resultados. Os autores analisaram 11 pacientes DM1 adultos (38 ± 6 anos), que realizaram intervenção com TF duas vezes por semana durante 12 semanas, os resultados demonstraram aumento estatisticamente significativo na força máxima em relação ao valor inicial. Segundo Wróbel *et al.* (2022), o treinamento de força além do efeito benéfico na força e massa muscular, auxilia na melhora da composição corporal, densidade óssea e parâmetros cardíacos.

Portanto, o aumento de força observado no presente estudo pode estar relacionado às adaptações neuromusculares que ocorrem no início do treinamento. Destaca-se que indivíduos iniciantes no TF mostram ganho de força muito acentuado nas primeiras semanas de treinamento, devido principalmente às adaptações neurais (BAECHE; EARLE, 2009). Os aumentos iniciais de força ocorrem por maior excitação dos neurônios motores, levando à maior recrutamento de unidades motoras pode resultar em maior ativação dos grupos musculares (MAIOR *et al.*, 2003).

Por esse motivo a hipertrofia muscular pode não estar presente nessa etapa inicial do treinamento, nas primeiras semanas de treinamento ocorrem adaptações neuromusculares e maiores aumentos nos níveis de força, esses ganhos de força

adquirida com as sessões de treinamento estão totalmente relacionados à ativação neural e recrutamento de unidades motoras, quanto maior o número de unidades motoras recrutadas, maior será o rendimento e força do indivíduo (WILMORE E COSTILL, 2001).

Assim, o aumento da força muscular observado em nosso estudo é um resultado muito importante, pois os incrementos na força constituem um dos mais importantes benefícios funcionais induzidos pelo treinamento de força (IDE *et al.*, 2014). Melhorar a força de preensão manual é um fator essencial para diabéticos, tendo em vista que adolescentes com DM1 apresentam menores valores de força de preensão manual, quando comparados aos adolescentes sem DM1, fato que está relacionado às anormalidades metabólicas, como o mau controle glicêmico (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Similarmente Lukács *et al.* (2012) demonstraram que adolescentes do gênero masculino com DM1 na faixa etária de 8 a 12 anos possuem menores valores de força muscular absoluta quando comparados aos seus pares sem a doença (21.04 kg vs 23.79 kg).

De maneira geral, o treinamento melhorou a aptidão física do GDE, inclusive na APCR, que está diretamente associada à diminuição da adiposidade corporal, proteção de doenças cardiovasculares, além de benefícios como redução da depressão e ansiedade e melhoras no estado de humor e auto estima (BRITO, 2023).

O trabalho de Gettman *et al.* (1981) corrobora com a presente pesquisa, em seu trabalho um grupo de homens e mulheres apresentaram aumento de 12% no VO₂ máx apenas com treino de força, porém a comparação com a presente tese deve ser utilizada com cautela pois o estudo de Gettman foi conduzido com adultos saudáveis, enquanto a presente pesquisa avaliou crianças e adolescentes, entretanto foram observadas respostas parecidas aos exercícios como os adultos.

A APCR é uma das variáveis da aptidão física. Normalmente essa variável não é melhorada com o treino de força, porém, são controversas as respostas da APCR em resposta a esse tipo de treinamento, alguns estudos não observaram aumentos substanciais no VO₂ máx após treinamentos (FLECK e KRAEMER 1999; SIMÃO 2002), enquanto outros verificaram pouca ou nenhuma alteração (BISHOP *et al.*, 1999; JOHNSTON *et al.*, 1997).

Ter boa aptidão física é de suma importância para a saúde cardiometabólica também. Diversos estudos demonstram que bons índices de aptidão física em crianças e adolescentes estão relacionados à melhor perfil lipídico com baixas concentrações de colesterol e triglicerídeos (EISENMANN *et al.*, 2007; PERRY *et al.*, 2002), melhora da pressão arterial (CARREL *et al.*, 2005), risco menor de sobrepeso e obesidade (KIM *et al.*, 2005).

Desta forma, o TF remoto parece ser uma alternativa viável para melhorar parâmetros de aptidão física de crianças e adolescentes com diabetes tipo 1.

5.2 QUALIDADE DE VIDA PRÉ E PÓS INTERVENÇÃO DE CRIANÇAS DE ADOLESCENTES COM DM1

O terceiro objetivo da pesquisa foi verificar a influência do treinamento de força remoto na qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1. A **hipótese (H3)** é que o treinamento de força remoto proporciona melhoras na qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1. Esta **Hipótese foi rejeitada**, pois, Apesar de se observar uma tendência de melhora dos índices de Qualidade de Vida na visão tanto dos pacientes como de seus pais/cuidadores não foi possível observar diferenças significativas.

A análise da qualidade de vida avaliada por meio de questionário específico para diabéticos e responsáveis, para o índice de Qualidade de vida das crianças e adolescentes com diabetes bem como na avaliação de seus pais ou responsáveis não apresentaram diferenças entre os grupos. É possível que outros fatores inerentes ao tratamento do diabetes possam ter interferido nos resultados e a prática dos exercícios por si só não foi suficiente para apresentar mudanças significativas.

Outro ponto importante é o instrumento utilizado na presente tese para avaliar a QV. Apesar de ser um instrumento específico para a população diabética infanto juvenil, o questionário não possuiu questionamentos relacionados especificamente a atividade física, desta forma este fator pode ter influenciado no desfecho final.

Vários outros fatores podem influenciar a qualidade de vida de crianças e adolescentes após diagnóstico de diabetes, dentre eles podemos citar a dificuldade no controle glicêmico, visto que hiperglicemias constantes e severas podem ocasionar sérias conseqüências, causando complicações como a cetoacidose em

decorrência da deficiência da insulina, descompensação metabólica, podendo levar a hospitalização e aumento das chances de óbito (SALES-PERES *et al.*, 2016).

Essa fase de transição da infância para a adolescência de DM1 pode estar carregada de sentimentos negativos como revolta, ansiedade, depressão, desejo de fuga da realidade, necessitando de total apoio durante esta fase (FERREIRA *et al.*, 2021). Adolescentes com DM1 são mais propensos a desenvolverem estresse e ansiedade em decorrência da necessidade da busca por intenso controle glicêmico, além do medo da hiperglicemia e sentimento de vergonha (LEITÃO FILHO *et al.*, 2023).

De maneira geral, pessoas que praticam atividades físicas possuem melhor qualidade de vida tanto física quanto mental, a prática também é muito benéfica para pessoas com diabetes (SILVA *et al.*, 2020). Pode ser que com uma intervenção de TF remota com tempo maior poderia ocasionar mudanças na Qualidade de vida dos pacientes, porém na presente pesquisa as doze semanas de intervenção não demonstraram melhoras significativas.

5.3 TAMANHO DO EFEITO E INFERÊNCIA CLÍNICA

O quarto objetivo do estudo foi avaliar o tamanho do efeito clínico do treinamento de força remoto no controle metabólico, aptidão física e qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1. A **hipótese (H4)** foi que o treinamento de força remoto tem efeito benéfico sobre no controle metabólico, aptidão física e qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1. Esta hipótese foi **parcialmente aceita**, pois o TF demonstrou efeito benéfico sobre o perfil lipídico e aptidão física, porém sem efeito sobre a HbA1c.

As análises do tamanho do efeito e inferência clínica apenas reforçaram os resultados observados anteriormente. O TF demonstrou ser uma opção muito benéfica para o aumento do HDL-C e benéfica na redução do TG para o GDE. O GDC na ausência de treinamento após as 12 semanas apresentou efeito prejudicial com aumento do LDL-C. Isso demonstra que os exercícios de força mesmo na forma remota favorecem melhor perfil lipídico para crianças e adolescentes com DM1.

Esses efeitos positivos no perfil lipídico foram observados em outras formas de exercícios. Como o trabalho realizado por Leite *et al.* (2022). Esse trabalho avaliou 56 meninos, com idade entre 10 e 16 anos, os participantes foram divididos

em grupo de treinamento contínuo de intensidade moderada MICT (n=20), treinamento intervalado de alta intensidade HIIT, (n=20) e grupo controle (n=16).

A comparação entre as duas modalidades de treinamento indicou efeito muito benéfico para aumento do HDL-C (ES=0,97) e efeito benéfico na redução do TG (ES=0,87) em favor do MICT, o grupo MICT demonstrou ainda efeito benéfico no aumento da APCR (ES=0,70). Enquanto o HIIT apresentou efeito muito benéfico para aumento do APCR (ES=1,04) e possivelmente benéfico para redução do CT (ES=0,23) (LEITE *et al.*, 2022).

A presente TESE demonstra que o TF de forma remota pode ser uma alternativa com efeitos positivos na melhora do perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1, com respostas similares a outras formas de exercícios para crianças.

Na aptidão física os exercícios foram benéficos para a RML, e força de 1RM de membros inferiores para o GDE, obteve ainda efeito benéfico na RML, força de preensão manual lado de ambos as mãos, força de 1RM na flexão do cotovelo e abdução do ombro, benéfico para a potência muscular SJ(cm). E por fim, efeito muito benéfico APCR.

Alguns trabalhos corroboram com os achados da presente TESE. A revisão sistemática de Flores *et a.* (2021), revisou sobre os efeitos do treinamento físico nos parâmetros neuromusculares em pacientes adultos com DM1, os resultados demonstram aumento de força muscular após TF com tamanho de efeito benéfico (ES:1,067), corroborando com a presente TESE.

Outro trabalho de revisão com meta-análise estudou crianças e adolescentes saudáveis e analisou o tamanho do efeito do TF sobre a força, composição corporal e crescimento longitudinal, ao final 22 estudos foram analisados incluindo TF em crianças de 7 a 12 anos de idade. As análises demonstraram aumento da força nos membros superiores para os grupos experimentais (ES:0,83). O mesmo ocorreu na força de membros inferiores (ES; 0,72). (SOUSA FRÓIS *et al.*, 2014).

A revisão de Souza Fróis *et al.* (2014) observou ainda um efeito possivelmente benéfico do TF no aumento da massa magra (ES:0,21). Portanto a revisão sugere que o TF é uma intervenção que favorece o ganho de força e massa muscular de crianças e adolescentes saudáveis. A presente TESE apresentou efeitos parecidos, desta forma, sugere-se que crianças e adolescentes com ou sem

diabetes podem se beneficiar ao TF, com respostas similares no aumento da força muscular.

Todos esses achados são importantes, pois melhoras na aptidão física favorecem a redução de complicações em longo prazo no DM1. Embora haja contradições sobre o efeito direto dos exercícios no controle glicêmico avaliado por HbA1c em pessoas com DM1, há benefícios adicionais, como a redução do risco cardiovascular, promoção do bem-estar, controle do peso corporal, melhora da força muscular, melhora do condicionamento físico, redução do colesterol LDL-C e de TG (ABSIL *et al.*, 2019; COLBERG *et al.*, 2016).

5.4 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DM1

O quinto objetivo da pesquisa foi analisar a relação entre as variáveis da aptidão física, controle glicêmico e perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1. A **hipótese (H5)** é que melhor aptidão física auxilia no controle glicêmico e melhor perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1. A **Hipótese foi parcialmente aceita**, pois melhores índices de nível de atividade física (NAF) podem favorecer o melhor perfil lipídico com valores menores de LDC e Colesterol Total.

O controle glicêmico avaliado por meio da HbA1c apresentou associação inversa com a massa de gordura corporal, desta forma, o estudo sugere que indivíduos com menor massa de gordura tendem a ter melhor controle glicêmico.

O estudo de Pereira *et al.* (2021) buscou estabelecer a relação entre composição corporal e características clínicas e laboratoriais de pacientes adultos jovens portadores de DM1, participaram da pesquisa 45 pacientes portadores de DM1 e 12 pacientes controles. Os resultados demonstraram que pessoas com DM1, apresentam menor massa e qualidade muscular e maior acúmulo de gordura, quando comparado ao grupo controle podendo favorecer a pior controle glicêmico.

Além do mais o LDL-C e CT possuem relação direta com variáveis da composição corporal como percentual de gordura, CA, e massa de gordura e todas essas variáveis estão inversamente relacionadas ao NAF. Ou seja, podemos inferir que quanto melhor for o nível de atividade física, quanto mais às crianças e

adolescentes incluïrem no seu dia a dia as atividades fïficas, melhor será sua composição corporal e conseqüentemente melhor saúde cardiometabólica.

Um estudo observacional de pessoas com DM1 realizado na Suécia mostrou que cada aumento de 18 mg/dl nas concentrações de LDL-C se traduz em um risco elevado de 9% de DCV em indivíduos com diabetes. Os padrões de Cuidados Médicos em Diabetes da ADA sugerem concentrações de LDL-C elevado como marcador de risco cardiovascular aumentado (ADA, 2018; HERO *et al.*, 2016).

A força de preensão manual possuiu relação direta com massa muscular e força de potência e aptidão cardiorrespiratória. A revisão sistemática realizada por Matsudo *et al.* (2015), corrobora com a presente tese, nessa revisão os autores relatam que a força de preensão manual em crianças e adolescentes está associada a vários outros parâmetros de aptidão fïfica como, flexibilidade, agilidade, potência aeróbica e força de membros inferiores, independentemente da idade, sexo ou maturação sexual, sugerindo ser um preditor de alta precisão e relação direta com a saúde fïfica.

Estudos anteriores reportaram que altas concentrações de hemoglobina glicada (HbA1c) estão associados negativamente com baixos níveis de força de preensão manual e potência no salto vertical em crianças e adolescentes com DM1 (FRICKE *et al.*, 2008; Wallymahmed *et al.*, 2007), demonstrando a importância de melhorar a força muscular nesta população. Entretanto, esta associação da força com a Hemoglobina glicada não foi observada no presente estudo.

A RML demonstrou relação direta com a APCR, como houve melhoras na RML isso pode explicar o benefício na APCR, visto que o teste de VO2 máx foi realizado de maneira indireta em cicloergmetro. Na literatura, os dados mostram que níveis mais baixos de APCR estão associados  maior risco de doenças cardiovasculares. Desta forma, o aumento da atividade fïfica e dos exercícios fïficos entre pessoas com DM1 e DM2, pode melhorar a aptidão cardiorrespiratória, atuando como uma estratégia de prevenção e tratamento de pacientes com DM1 (ORTEGA *et al.*, 2008; LIN *et al.*, 2015).

Um estudo observou a relação da APCR com o perfil lipídico em 125 homens jovens saudáveis (18 a 35 anos), o trabalho analisou os níveis de aptidão fïfica pelo VO2 máx com as concentrações de LDL-C e HDL-C, foram verificadas mais baixas concentrações de LDL-C nos indivíduos com VO2 máx acima de 50ml/kg.min. Além disso, esses mesmos indivíduos apresentarem aumentos nas

concentrações da HDL-C e associação com a redução no IMC, ou seja, diminuição da MC (HALLE *et al.*, 1999).

Na presente pesquisa, apesar da HbA1c não apresentar associação com nenhuma variável de aptidão física, houve correlação significativa para a massa de gordura. Destaca-se que a melhora da aptidão física parece estar relacionado diretamente com melhoras da composição corporal e indiretamente pode favorecer ao melhor controle glicêmico em longo prazo.

5.5 COMPARAÇÃO DOS GRUPOS PARA A COMPETÊNCIA MOTORA (STS)

O sexto objetivo da presente Tese foi comparar efeitos na alteração da competência motora após treinamento de força em adolescente com diabetes. A **hipótese (H6)** é que crianças e adolescentes com DM1 têm melhora da competência motora relacionado ao TF remoto, essa hipótese **foi parcialmente aceita**, pois houve melhora no tempo de execução do teste STS, porém, não houve melhor resultado comparando com o GDC.

Crianças e adolescentes com DM1 tendem a ser mais sedentários que seus pares sem a doença (LIMA *et al.*, 2017), o aumento do sedentarismo resulta em redução do desempenho físico, dos níveis de aptidão física, pode levar a alterações na competência motora (CM), principalmente em adolescentes, o que de maneira inversa, podem estar mais sedentários por falta de habilidades motoras (BRITO *et al.*, 2016; MENEZES *et al.*, 2020; STODDEN *et al.*, 2014). Este foi o primeiro trabalho a analisar a competência motora por meio do teste STS na população de crianças e adolescentes com diabetes.

Com relação ao efeito pós-intervenção, apenas o GDE apresentou melhoras no tempo de execução do teste, a explicação para esse fato pode estar relacionado à melhora da aptidão física como a força e potência muscular observada neste grupo. A aptidão física pode impactar o desempenho físico e funcional e é um componente importante do estado de saúde dos adolescentes, podendo levar a alterações na competência motora em todos os períodos da vida (STODDEN *et al.*, 2014).

Em outro trabalho, realizado por Duncan *et al.* (2017), os autores analisaram cinco crianças de nove anos e relataram correlação inversa e moderada entre tempo STS e distância no salto horizontal, bem como correlação direta, moderada e

significativa entre o tempo STS e o tempo de corrida de 10 metros. Os autores sugeriram que esses resultados refletem que o teste STS é uma boa ferramenta para avaliação do desempenho motor funcional.

Lopes *et al.* (2013) propõem que níveis adequados de capacidade motora têm sido indicados como um ponto fundamental para permitir que os adolescentes se envolvam em atividades físicas e conseqüentes benefícios à saúde. Entretanto, a baixa aptidão física pode comprometer a capacidade motora, a mobilidade e a agilidade, com redução da participação em atividades físicas.

O trabalho de Tadiotto *et al.* (2021) avaliou 62 adolescentes sem DM1, de ambos os sexos, entre 10 e 16 anos, os autores avaliaram variáveis de aptidão física, índice de massa corporal e competência motora (STS). Os resultados demonstraram que o excesso de gordura e a baixa aptidão física prejudicam o desempenho no teste STS. Esse estudo de Tadiotto demonstrou que indivíduos que apresentam o melhor desempenho no teste STS também demonstram aptidão física superior e composição corporal mais saudável. Resultado que corrobora com a presente pesquisa.

A idade é um fator que interfere na competência motora, de acordo com Joanne *et al.* (2013) e Barnett *et al.* (2016) os adolescentes mais jovens apresentam padrões motores menos refinados na execução dos movimentos e existe correlação inversa entre tempo de prova e idade. No presente estudo, esta relação não influenciou nos resultados, pois não houve diferença na idade média dos grupos.

Portanto, mesmo não havendo diferença entre os grupos, os resultados da presente tese demonstram que o treinamento de força na forma remota pode ser benéfico para melhorar a competência motora avaliada pelo tempo de execução do STS de crianças e adolescentes com DM1, provavelmente relacionada à melhora da aptidão física.

5.6 COMPARAÇÃO DOS GRUPOS POR TRATAMENTO (SICI E MDI)

Como o GDE foi composto por participantes que utilizavam dos tipos distintos de insulino terapia, as respostas aos exercícios nos dois tipos de tratamento foram analisadas separadamente. Portanto o sétimo objetivo da presente Tese foi comparar efeitos do TF remoto no controle metabólico, aptidão física, qualidade de vida e competência motora de crianças e adolescentes com DM1, com diferentes

tipos de insulinoterapia, múltiplas doses de insulina (MDI) ou sistema de infusão contínua de insulina (SICI). A **hipótese (H7)** é que existe diferença nas respostas ao TF remoto entre os diferentes tipos de insulinoterapia. Essa hipótese **foi aceita**, pois foi possível observar diferenças nas respostas ao TF nas diferentes formas de tratamento, com melhores respostas para o grupo MDI.

As médias da variação a glicemia nas sessões de treinamento foram semelhantes entre os grupos, podemos inferir que ambas as formas de tratamento podem se beneficiar dos exercícios de força. Em relação à análise do risco de hipoglicemias, o grupo MDI apresentou 4,5 vezes mais chances de desencadear hipoglicemias induzida pelos exercícios. Isto pode estar associado à menor variabilidade glicêmica para o grupo SICI em relação ao MDI, mesmo o grupo SICI apresentando concentrações iniciais mais elevadas de HbA1c.

A observação de menores chances de hipoglicemias pós-exercícios pode ter ocorrido devido ao SICI apresentar vantagens em relação às múltiplas doses de insulina. Elimina a necessidade de diversas injeções diárias, proporciona maior estabilidade da glicemia, permite variações mínimas da dose de insulina a ser administrada, é de fácil ajuste em situações de exercício, stress ou doença e todos estes fatores, aliados a uma absorção mais constante de insulina, mais próxima do funcionamento fisiológico do pâncreas, permitem obter melhor controle metabólico. Além disso, o uso do sistema de infusão contínua de insulina pode ser acoplado a um sensor de glicemia do líquido intersticial, que pode suspender a infusão de insulina antes ou na previsão da ocorrência de hipoglicemia (PICKUP; KEEN, 2002; WEISSBERG-BENCHELL *et al.*, 2003).

Como demonstrado por DeVries *et al.* (2004) e Retnakaran *et al.* (2004), pacientes tratados com SICI apresentam redução da HbA1c superior aos casos tratados com MDI. Os autores sugerem que essa melhora está relacionada com a menor variabilidade glicêmica, menor ocorrência de hipoglicemias noturnas e com valores pós prandiais mais estáveis, pode ainda ser explicada pela maior educação e responsabilização do doente relativamente à sua doença e terapêutica. Porém, no presente estudo, não foi possível observar redução na HbA1c dos participantes.

Houve melhora no perfil lipídico para o grupo MDI, com aumento do HDL-C e redução no TG após intervenção com os exercícios. O grupo SICI apresenta tendência de melhoras nestes parâmetros, mas não significativo, ao comparar os grupos não é observado diferenças nas respostas.

Outros resultados a se destacar foi que o grupo MDI teve aumento no peso e massa muscular após intervenção além de melhoras nas variáveis de aptidão física (FPM, RML, Potência muscular, Flexibilidade, APCR e força de 1RM). Para as mesmas variáveis o grupo SICI também apresentou tendência de melhoras, mas não estatisticamente significativo.

Esses achados precisam ser melhor investigados uma vez que esse é o primeiro estudo a analisar os efeitos de treinamento de força de forma remota nestas duas formas de insulinoterapia. Uma hipótese é que o valor inicial de IGF-1 pode ter favorecido o melhor resultado nas variáveis de aptidão física no grupo MDI, uma vez que esse hormônio é o grande mediador dos efeitos anabólicos do GH, principalmente relacionados à estatura, estimulando o crescimento de diversos tecidos, como o ósseo e o muscular (TIRAPÉGUI *et al.*, 2005; TIRAPÉGUI, 1999).

Essas diferenças podem também estar associadas ao fato do baixo número de participantes no grupo SICI (apenas seis). Mesmo se tratando de uma população bem específica a amostra pequena pode não fornecer informações suficientes sobre a população específica e, portanto, pode não ser capaz de detectar diferenças reais entre os grupos e populações. Desta forma, esses dados devem ser analisados com cautela.

A comparação entre os grupos das respostas ao treinamento não apresentou diferenças estatísticas significativas. Portanto, de acordo com os resultados observados, se pode inferir que ambos os tipos de tratamento podem se beneficiar de um programa de treinamento de força remota.

Quanto à qualidade de vida a comparação entre os grupos separados por tratamento, há uma tendência de melhora na QV em ambos as formas de tratamento, porém sem diferenças significativas entre os grupos tanto para as respostas dos Pacientes, como nas respostas dos Pais/cuidadores.

A avaliação da competência motora demonstrou melhores resultados no tempo de execução do teste STS após intervenção para o grupo MDI, em relação ao grupo SICI. Como já citado, esse fato pode estar diretamente relacionado à melhora das variáveis de aptidão física como força/potência muscular e RML observado para o grupo MDI.

5.7 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, como o curto período de intervenção, o não acompanhamento em longo prazo, o pequeno tamanho da amostra principalmente ao analisar os participantes por forma de tratamento, a falta de controle rigoroso dos hábitos alimentares dos pacientes e doses aplicadas de insulina, porém trata-se de um estudo aplicado no dia a dia dos pacientes, o mais próximo do mundo real deles.

A impossibilidade de uso da monitorização contínua de glicemia foi outro fator limitante, pois poderia demonstrar de forma mais acurada os efeitos do exercício na glicemia durante e depois do exercício. Outro ponto limitante é a faixa etária dos participantes entre oito a 15 anos que podem ter diferenças no metabolismo glicolítico devido a diferenças na ação da enzima fosfofrutoquinase nas diferentes idades.

Destacamos que a nossa análise apresentou achados relevantes para a comunidade científica, contudo há limitações quanto à metodologia do estudo. Como o fato da presente TESE não aplicar uma fase de adaptação e aprendizagem dos exercícios, apenas orientações iniciais no dia de coleta de dados iniciais. Desta forma, é importante lembrar que esses resultados devem ser interpretados com cuidado. É importante ter um olhar crítico e avaliar outros estudos e fontes antes de tomar decisões baseadas nesses dados que devem ser utilizados com cautela.

Por outro lado, a presente pesquisa apresenta pontos fortes, pois, até o momento, este é o primeiro estudo que analisa o TF de forma remoto em crianças e adolescentes com DM1 e efeitos em dois tipos diferentes de insulinoterapia.

Assim, mesmo com as limitações mencionadas, os resultados desse estudo abrem caminhos para futuras pesquisas, sendo único em relação ao tema explorado, fornecendo base importante para futuras investigações.

Portanto, programas e pesquisas futuras focadas no tratamento do diabetes pediátrico devem incluir TF remoto, acompanhar um número amostral maior de indivíduos, utilizar sistemas de monitorização contínua de glicemia. Controlar melhor as variáveis como, hábitos alimentares, doses de insulinas utilizadas, progressão dos exercícios com diferentes tipos de intensidades e volumes para refinar os achados.

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, esse é o primeiro estudo a analisar os efeitos do TF remoto em crianças e adolescentes com DM1. Os resultados deste estudo sugerem que o TF remoto pode melhorar o perfil lipídico, aptidão física e conseqüentemente a saúde de adolescentes com DM1. Destacamos que, em relação ao risco de hipoglicemias, apesar da diferença significativa nas glicemias pré e após as sessões de treinamento, houve ocorrência de apenas 2,5% de episódios de hipoglicemias ao final das sessões, durante três meses de intervenção de TF.

O TF pode proporcionar benefícios no perfil lipídico, favorecendo aumento do HDL-C e redução do TG. Além disso, o TF favorece o aumento da massa muscular e também melhora a aptidão física aumentando a força muscular, resistência muscular localizada e aptidão cardiorrespiratória. Destaca-se o efeito benéfico do TF no aumento do HDL-C e redução do TG, bem como efeito benéfico à força e RML e APCR.

Nossos resultados são importantes, pois a aptidão física está diretamente relacionada à saúde cardiometabólica, em que melhores resultados do NAF se correlacionam a menores valores das concentrações de LDL-C e CT.

O presente estudo demonstra também que o TF na forma remota pode favorecer a melhor competência motora avaliada por meio do STS de crianças e adolescentes com DM1.

Ao estratificar por forma de tratamento, observou-se que ambos os tipos (SICI e MDI) podem se beneficiar do TF remoto com melhores resultados para a aptidão física para o grupo MDI. Em relação aos episódios de hipoglicemia e forma de tratamento, o grupo MDI apresenta 4,5 vezes mais chances de ocorrências de hipoglicemias induzidas pelos exercícios.

Os achados da presente tese contribuem para o desenvolvimento de programas de exercícios físicos mais efetivos para a melhoria da saúde e aptidão física de jovens com DM1. Estas descobertas são de grande relevância para a comunidade científica e profissionais da área da saúde, pois pode contribuir para o desenvolvimento de diferentes estratégias de intervenção física para essa população.

Desta forma concluímos que o TF remoto é uma atividade que pode ser incorporada na rotina de crianças e adolescentes com diabetes trazendo benefícios

à saúde, sendo segura e com baixo risco de desencadear hipoglicemias induzida pelo exercício.

REFERÊNCIAS

- AAHPERD. Health related physical fitness technical manual. Reston, American A Uniance For Health, **Physical Education Recreational and Dance**. v.1, e24, p.1.10, 1984.
- ABSIL, H; BAUDE, L; ROBERT, A, *et al.* Benefits of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes: a systematic review. **Diabetes Res Clin Pract**. v.156, p.107810, 2019.
- ADA. Padrões do Comitê de Prática Profissional de cuidados médicos em diabetes – 2018. **Cuidados com diabetes**. v.41 (Suplemento 1):S3. doi: 10.2337/dc18-Sppc01. 2018.
- ALJAWARNEH, Y.M; WARDELL, D.W; WOOD, G.L, *et al.* A Systematic Review of Physical Activity and Exercise on Physiological and Biochemical Outcomes in Children and Adolescents With Type 1 Diabetes. **J Nurs Scholarsh**. v.51, e.3, p.337-345, 2019. doi: 10.1111/jnu.12472.
- ALMEIDA, F.E. Esteróides anabolizantes: benefícios ou malefícios? Muzambinho, 2010. Disponível em: **revistafisiologia/article/view/3482/5457**, 2010.
- ALVES, C; LIMA R.V.B. Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes. **Rev. paul. pediatr**. v.26; e.4; 2008.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Resistance training for health. **MedSci Sports** . 2019.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Standards of Care in Diabetes—2023. **Abridged for Primary Care Providers**. v.41, e.1; p1-5, 2023.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Summary of New Revisions. **Diabetes Care**. v.45, 2022.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION .Standards of medical care in diabetes-2014.**Diabetes Care**, v.37 Suppl 1, p.S14-80, Jan 2014.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Children and Adolescents: Standards of Medical Care in Diabetes 2019. **Diabetes Care**. v.42, e1, p.148, 2019.
- ANDRADE, M.I.S; OLIVEIRA, J.S; LEAL, V.S, *et al.* Prevalence of insulin resistance and association with metabolic risk factors and food consumption in adolescents. **Rev Paul Pediatr**. v.38; e.1; p.1–11.2020.
- ARCANJO, C.L; PICCIRILLO, L.J; MACHADO, I.V *et al.* Avaliação de dislipidemia e de índices antropométricos em pacientes com diabetes mellitus tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.49, e.6, p.951-8, 2005.

ARRUDA, G; PIANCA, H; OLIVEIRA, A. Correlação do teste de 1RM com aspectos maturacionais, neuromotores, antropométricos e a composição corporal em crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.17; n.3, p.179-183. 2011.

AUSTIN A; WARTY V; JANOSKY J, *et al.* The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein(a) levels in adolescents with IDDM, **Diabetes Care**, v.16, n.2, p. 421–425, 1993.

BAECHE, T.R; EARLE, R.W. Fundamentos do treinamento de força e do condicionamento. **Manole**[S.l.: s.n.]: p.592, 2009.

BAECHLE, T.R; EARLE, R.W. Essentials of strength training and conditioning. 3 ed. **Champaign: Human Kinetics**, e.3, p.752, 2008.

BALACHANDRAN, A.T; STEELE, J; ANGIELCZYK, D *et al.* Comparison of Power Training vs Traditional Strength Training on Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA Netw Open**. v.2, e.5, p.5, 2022. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11623. PMID: 35544136; PMCID: PMC9096601.

BANDAY, M.Z; SAMEER, A.S; NISSAR, S. Pathophysiology of diabetes: an overview. **Avicenna J Med**. v.10, p.174-188, 2020.

BARNETT, L.M; LAI, S.K; VELDMAN, S.L.C. *et al.* Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**. v. 46, 1663–1688. 2016.

BARONE, B; RODACKI, M; CENCI M, C.P; ZAJDENVERG, L, *et al.* Cetoacidose Diabética em Adultos – Atualização de uma Complicação Antiga. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.51, e.9, p.1434-1447, 2007.

BARROSO *et al.* Diretrizes Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arq Bras Cardiol**. v.116; e.3: p.516-658; 2021.

BATACAN, R.B; DUNCAN, M.J; DALBO, V.J, *et al.* Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. **Br J Sports Med Br**. v.51, e.6, p.494-503; 2017.

BATTERHAM, A.M.; HOPKINS, W.G. Making Meaningful Inferences About Magnitudes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 50–57, 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19114737>.

BENHALIMA, K; STANDL, E; MATHIEU, C. The importance of glycemic control: how low should we go with HbA1c? Start early, go safe, go low. **J Diabetes Complications**, v. 25, n. 3, p. 202-7, 2011.

BISHOP, D; JENKINS, D.G; MACKINNON, L.T, *et al.* The effects of resistance training on endurance performance. **Med Scie Sports Exerc**. v.31; p.886-891. 1999.

BLASETTI, A; DI GIULIO, C; TOCCO, A.M, *et al.* Variables associated with severe hypoglycemia in children and adolescents with type 1 diabetes: a population-based study. **Pediatr Diabetes**, v. 12, n. 1, p. 4-10, 2011.

BOHN, B; HERBST, A; PFEIFER, M *et al.* Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with type 1 diabetes: a cross-sectional multicenter study of 18,028 patients. **Diabetes Care**. v.38: p.1536–43, 2015.

BORG, G. Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido. São Paulo: **Manole**; 2000.

BORST, S.E; DE HOYOS, D.V; GAZARELLA L *et al.* Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding protein. **Sci Sports Exerc**. v.33, n.4, p.648-53, 2001.

BOUCHARD, C.A; TREMBLAY, A; LEBLANC *et al.* A method to assess energy expenditure in children and adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.37, n.3, p.461-467. 1983.

BRITO, L.M.S. Aptidão física na infância e na adolescência. Curitiba. **Intersaberes**. e.1, p.79, 2023.

BRAUNER, F. O; MEYER, F. Efeitos do Treinamento de força em homens com Diabetes Mellitus tipo1. **NUTRIÇÃO EM PAUTA**, v. 94, p. 40-43, 2009.

BRITO, L.M.S; BOGUSZEWSKI, M.C.S; SOUZA, M.T.R *et al.* Indoor physical activities, eating and sleeping habits among school adolescents during COVID-19 pandemic. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**. v.25: 1-6; 2020a.

BRITO, L.M.S; LIMA, V.A; MASCARENHAS, L.P.G, *et al.* Physical activity, eating and sleeping in a period of social isolation: from young, adult to elderly. **Rev Bras Med Esporte**.v27; p.5; 2020b.

BRITO, L.M; MASCARENHAS, L.P.G; MOSER, D.C, *et al.* Use of physical activity and cardiorespiratory fitness in identifying cardiovascular risk factors in male Brazilian adolescents. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. v.97, e.6, p.1-7. 2016.

BROWN, G.K. Glucose transporter: Structure, function and consequences of deficiency. **J. Inherit. Metab. Dis**. v. 23, p. 237-246, 2000.

CAMACHO, R. C; GALASSETTI, P; DAVIS, S.N, *et al.* Glucoregulation during and after exercise in health and insulin-dependent diabetes. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 33, n. 1, p. 17-23, 2005.

CANALI, E. S; KRUEL, L.F.M. RESPOSTAS HORMONAIAS AO EXERCÍCIO. **Revista Paulista de educação Física**; São Paulo. v.15, n.2, 141-53, 2001.

CARREL, A.L; CLARK R.R; PETERSON, S.E, *et al.* Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**, v. 159, n. 10, p. 963-968, 2005.

CECILIO, H.P.M; ARRUDA, G.O; TESTON, E.F *et al.* Comportamentos e comorbidades associados às complicações microvasculares do diabetes. **Acta Paul Enferm.** v.28, e.2, 2015.

CHAGAS, M. H.; BARBOSA, J. R. M.; LIMA, F. V. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40 % e 80% de uma repetição máxima em dois diferentes exercícios na musculação entre os gêneros masculino e feminino. **Revista Brasileira de Educação Física Especializada**, v. 19, p. 5-12, 2005.

CHANDEL, N.S. Carbohydrate Metabolism. **Cold Spring Harb Perspect Biol.** v.4, e.13, 2021.

CHIASSON, J. L; ARIS-JILWAN, N; BÉLANGER, R, *et al.* Diagnosis and treatment of diabetic ketoacidosis and the hyperglycemic hyperosmolar state. **CMAJ**, v.168, n.7, p. 859-66, 2003.

CODO; DAVANZO; MONTEIRO *et al.* Elevated Glucose Levels Favor Sars-Cov-2 Infection and Monocyte Response Through a Hif-1 α /Glycolysis Dependent Axis. **Cell Metabolism.** v.32, p. 21, 2020.

COLBERG S. **Atividade Física e Diabetes**. 3.ed.1; Barueri SP. Manole. p.17-29, 2003.

COLBERG, S.R. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care.** v.39, n.11, p.2065–79, 2016. Available from: <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>.

CORIGLIANO, G; IAZZETTA, N; CORIGLIANO, M, *et al.* Blood glucose changes in diabetic children and adolescents engaged in most common sports activities,” **Acta Biomedica de l’Ateneo Parmense**, v. 77, n. 1, p.26–33, 2006.

CORREIA, R.R; VERAS, A.S; TEBAR, W.R, *et al.* Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized **clinical trials**. *Sci Rep.* v.5, n.13, e.1, p.201, 2023. doi: 10.1038/s41598-022-26583-3. PMID: 36604479; PMCID: PMC9814600.

COSTA, A.A; NETO, J.S.A. **Manual de Diabetes**. Sarvier. 5ªed. 2009.

COSTA, A.C.F; ROSSI, A; GARCIA, N.B. Análises dos critérios diagnósticos dos distúrbios do metabolismo de glicose e variáveis associadas à resistência a insulina. **J.Bras. Méd. Patol. Lab.** v. 39, n.2. p.125-130, 2003.

COTRAN, R. S; KUMAR, V; COLLINS, T. **Patologia estrutural e funcional**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000.

COTRAN, S.R; KUMAR, V; ROBBINS, S.L. **Pâncreas. Patologia básica**. v5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1994. Cap. 17. 1994.

CUMMING G. Cohen's d needs to be readily interpretable: comment on Shieh (2013). **Behav Res Methods. Dec.** v. 45, e(4),p.968-71, 2013.

CZECH, M. P; CORVERA, S. Signaling mechanisms that regulate glucose transport. **J BiolChem**, v.274, n.4, v.22, p.1865-1868. 1999.

DAHL-JORGENSEN, K; LARSEN, J.R; HANSEN, K.F. Atherosclerosis in childhood and adolescent type 1 diabetes: early disease, early treatment? **Diabetologia**. v.48, p.1445-53, 2005.

DAMIANI D; DAMIANI D. Complicações Hiperglicêmicas Agudas no Diabetes Melito Tipo 1 do Jovem. **Arq Bras Endocrinol Metab**.v.52 ; n.2, p.367-374, 2008.

DANCEY, C.P; REIDY, J, *et al.* ESTATÍSTICA SEM MATEMÁTICA PARA PSICOLOGIA Usando SPSS para Windows. Porto Alegre: **Artmed**. v.1, e(3); p.184. 2006.

DANNE, T; PHILLIPE, M; BUCKINGHAM, B, *et al.* ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Insulin treatment in children and adolescents with diabetes. **Pediatric Diabetes**. v.19, Suppl. 27, p.115–135, 2018.

DAVEY R.J; PARAMALINGAM N; RETTERATH A.J *et al.* Antecedent hypoglycaemia does not diminish the glycaemia-increasing effect and glucoregulatory responses of a 10 s sprint in people with type 1 diabetes. **Diabetologia**. v.57, p.1111–18, 2014.

DCCT. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. The Diabetes Control And Complications Trial Research Group. **N Engl J Med**. v.329, e977, p.86, 1993.

DE ALMEIDA-NETO, P.F; SILVA DANTAS, P.M; PINTO, V.C *et al.* Biological Maturation and Hormonal Markers, Relationship to Neuromotor Performance in Female Children. **Int j environ res publichealth**. v.17, n. 9, p.3277, 2020.

DE ANGELIS, K; DA PUREZA, D.Y; FLORES, L.J *et al.* Efeitos fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v.50, e1005,p.13, 2006.

DEVRIES, F.; SNOEK, F.; KOSTENSE, P *et al.* A randomized trial of continuous subcutaneous insulin infusion and intensive injection therapy in type 1 diabetes for patients with long-standing poor glycemic control. **Diabetes Care**. v.27, n.16, p.2074–80, 2004.

DIABETES RESEARCH IN CHILDREN NETWORK (DIRECTNET) STUDY GROUP.**The Effects of Aerobic Exercise on Glucose and Counter-regulatory Hormone Concentrations in Children with Type 1 Diabetes**. **Diabetes Care**, v29, n.1, p.20-25, 2006.

DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. **Arq Bras Cardiol**. v.116, e(3), p.516-658. 2021.

DOUEN, A. G; RAMLAL, T; RASTOGI, S, *et al.* Exercise induces recruitment of the "insulin-responsive glucose transporter". Evidence for distinct intracellular insulin- and exercise-recruitable transporter pools in skeletal muscle. **J Biol Chem**, v265, n.23, p.13427-13430. 1990.

DUBE, M C; WEISNAGEL, S.J; PRUD'HOMME, D, *et al.* Exercise and newer insulins: how much glucose supplement to avoid hypoglycemia? **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 8, p. 1276-82, 2005.

DUNCAN, M; LAWSON, C; WALKER, L; STODDEN, D, *et al.* The utility of the supine-to-stand test as a measure of functional motor competence in children aged 5-9 years. **Sports**. v.5: P.67-75. 2017.

DURAK, E.P; JOVANOVIC-PETERSON, L.J; PETERSON C.M. Randomized Crossover Study of Effect of Resistance Training on Glycemic Control, Muscular Strength, and Cholesterol in Type I Diabetic Men. **Diabetes Care**. e.13, n.10, p.1039–1043, 1990.

EISENMANN, J.C; WELK, G.J; IHMELS, M, *et al.* Fatness, fitness, and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1251-1256, 2007.

ELLERI, D; ALLEN, J.M; KUMARESWARAN, K, *et al.* Closed-loop basal insulin delivery over 36 hours in adolescents with type 1 diabetes. **Diabetes Care**, v.36, e4, p.838-44. 2013.

ENES, ALYSSON; DE SOUZA, EDUARDO O; SOUZA-JÚNIOR, T,P; *et al.* Effects of Different Weekly Set Progressions on Muscular Adaptations in Trained Males: Is there a Dose-Response Effect?. **Medicine And Science In Sports And Exercise**, v. 56, p. 553-563, 2023.

EPLEY, B. Pounding chart: Boyd Epley workout. Lincoln, NE: **University of Nebraska**. 1995.

FAHEY, A.J; PARAMALINGAM, N; DAVEY, R.J, *et al.* The effect of a short sprint on postexercise whole-body glucose production and utilization rates in individuals with type 1 diabetes mellitus. **J Clin Endocrinol Metab**. v.97, p.4193–200, 2012.

FAIGENBAUM, A *et al.* The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children. **Pediatrics**, v.104; n.1; 1999.

FAIGENBAUM, A *et al.* Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.5, p60-79, 2009.

FAIGENBAUM, A.D; LOUD, R.L; O'CONNELL, J, *et al.* Effects of Different Resistance Training Protocols on Upper-Body Strength and Endurance Development in Children. **J Strength Cond Res**. v.15, p.459-65. 2001.

FAIGENBAUM, A.D; MILIKEN, L.A; WESTCOTT, W.L. Maximal strength test in healthy children. **J Strength Cond Res**. v.17, p.162-6. 2003.

FARINHA, J.B; KRAUSE, M.B; RODRIGUES-KRAUSE. J.A, *et al.* Exercise for type 1 diabetes mellitus management: General considerations and new directions. **Medical Hypotheses**. v.104, p.147–153. 2017.

FARRELL, P.A; FEDELE, M.J; HERNANDEZ, J *et al.* Hypertrophy of skeletal muscle in diabetic rats in response to chronic resistance exercise. **J Appl Physiol**. v.87, p.1075-82. 1999.

FELIG P, WAHREN J, HENDLER R. Influence of oral glucose ingestion on plachnic glucose and gluconeogenic substrate metabolism in man. **Diabetes**. v24, n.5, p.468–475, 1975.

FERNANDES, A.P; PACE, A.E; ZANETTI, M.L *et al.* Fatores imunogenéticos associados ao diabetes mellitus do tipo 1. **Rev LatAm Enfermagem**. v.13,n.5, p.743-9, 2005.

FERRANTI, S.D; BOER, I.H; FONSECA, V, *et al.* Type 1 diabetes mellitus and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association and American Diabetes Association. **Diabetes Care**. v.37, e.10, p.2843-63. 2014.

FERREIRA, J.O.S *et al.* Dificuldades enfrentadas por crianças e adolescentes após o diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 1: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v.4, n.1, p.744-754, 2021.

FIGUEIREDO, I.M; SAMPAIO, R.F; MANCINI, M.C, *et al.* Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. **Acta Fisiátrica**. v.14, e(2), 2007.

FIGUEIREDO, V.C; SALLES, B.F; TRAJANO, G.S. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. **Sports Medicine**. v.48, p.499–505. 2011.

FLECK, S. J; KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2006.

FLECK, S.J; KRAEMER W.J. Fundamentos do treinamento de força muscular. Ed. **Artmed**: porto Alegre. 1999.

FLECK, S.J; KRAEMER, W.J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 4. ed. Porto Alegre : **Artmed**, 2017.

FLECK SJ, KRAEMER WJ. Fundamentos do treinamento de força. Porto Alegre: **Artes Médicas Sul**, 2000.

FLORES, E.B; REICHERT, T; FARINHA, J.B *et al.* Exercise Training and Neuromuscular Parameters in Patients With Type 1 Diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis. **J Phys Act Health**. v.18,e.6, p.748-756, 2021.

FLYNN, J.T; KAELBER, D.C; BAKER-SMITH, C.M, *et al.* Subcommittee on Screening and Management of High Blood Pressure in Children. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. **Pediatrics**. v.140, e(3), p.1-12, 2017.

FORJAZ, C. L. M; TINUCCI, T; ALONSO, D. O, *et al.* Exercício físico e diabetes. **Rev. Soc. Cardiol.** v. 8, n. 5, 1998.

FREEDSON, P.S; MELANSON, E; SIRARD, J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. **MedSci Sports Exerc.** v.30; n.5: p.777-81. 1998.

FREITAS, A. M; CORREA, Z.M.S; MARCON, I.M. Proteinúria é um fator de risco para retinopatia diabética. **Arq. Bras. Oftalmol.** v65, n.1, p. 83-87, 2002.

FRICKE, O; SEEWI, O; SEMLER, O, *et al.* Tuttlewski B, Stabrey A, Schoenau E. The influence of auxology and long-term glycemic control on muscle function in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. **J Musculoskelet Neuronal Interact.** v.8, e.2, p.188-195, 2008.

GARCIA, L.F.S; MANNA, T.D; BUFF PASSONE, C.G *et al.* Translation and validation of Pediatric Quality of Life Inventory™ 3.0 Diabetes Module (PedsQL™ 3.0 Diabetes Module) in Brazil-Portuguese language. **J. Pediatr.** v.94, e.6, 2018.

GELLING RW, DU XQ, DICHMANN DS, *et al.* Lower blood glucose, hyperglucagonemia, and pancreatic alpha cell hyperplasia in glucagon receptor knockout mice. **Proc Natl Acad Sci.** v.4; n.3, p.1438–43, 2003.

GETTMAN, L.P; POLLOCK, M.L. Circuit weight training: a review of its physiological benefits. **The Phys Sports Med.** v.9; p.44-45. 1981.

GOLDBERG R.B; FLOREZ, H. Cardiovascular disease in diabetes: prevention and intervention. **Curr Op Endocrinol Diabetes,** v8, p. 101–110, 2001.

GOMES, M.B; CONTE, D; DRUMMOND, K.R.G. *et al.* Overweight/obesity in adolescents with type 1 diabetes belonging to an admixed population. A Brazilian multicenter study. **Diabetol Metab Syndr.** v.14, e.1, 2022

GRIMM, J. J; YBARRA, J; BERNÉ, C, *et al.* A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients. **DiabetesMetab,** v30, n. 5, p. 465-70, 2004.

GUEDES, D. P; GUEDES, J. E. R.P, BARBOSA *et al.* Níveis de pratica de atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.7, n.6, p.87-199, 2001.

GUILLAM, M.T; BURCELIN, R; THORENS, B. Normal hepatic glucose production in the absence of GLUT2 reveals an alternative pathway for glucose release from hepatocytes. **Proc Natl Acad Sci U S A.** v.95, e.21, p.12317–12321, 1998.

GURJÃO, A.L.D; CYRINO, E.S; CALDEIRA, L.F.S *et al.* Variação da força Muscular em testes repetitivos de 1RM em crianças Pré-Púberes. **Rev Bras Med Esporte.**v.11, p.319-23, 2005.

GUYTON, A.C; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica.** Rio de Janeiro: Elsevier. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. Acesso em: 04 fev. 2024, 2006

GUYTON, A.C; HALL, J. E. **Insulina, glucagon e diabetes mellitus. Tratado de fisiologia médica.** 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 827-840. 2002.

GUYTON, A.C; HALL, J.E. **Insulina, glucagon e diabetes mellitus. In Tratado de fisiologia médica.** 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. Cap.78. 1997.

HATFIELD, D; KRAEMER, W; SPIERING, B; *et al.* The impact of velocity movement on performance factors in resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research.** V.20; n.4; p.760-766; 2006.

HALLE, M; BERG, A; BAUMSTARK, M.W; KEUL, J. Association of physical fitness with LDL-C and HDL subfractions in young healthy men. **Int J Sports Med.** 1999; v.20, p.464-9, 1999.

HARDIE, D.G; CARLING, D. The AMP-activated protein kinase: fuel gauge of the mammalian cell? **Eur J Biochem.** v.246, n2, p.259-73. 1997.

HARMER, A.R; CHISHOLM, D.J; MCKENNA, M.J *et al.* High-intensity training improves plasma glucose and acid-base regulation during intermittent maximal exercise in type 1 diabetes. **Diabetes Care.** v.30, p.1269–7, 2007.

HARMER, A.R; CHISHOLM, D.J; MCKENNA, M.J, *et al.* Sprint training increases muscle oxidative metabolism during high-intensity exercise in patients with type 1 diabetes. **Diabetes Care,** v31, n. 11, p. 2097-102, 2008.

HAYASHINO, Y; JACKSON, J.L; FUKUMORI, N *et al.* Effects of supervised exercise on lipid profiles and blood pressure control in people with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Diabetes Res Clin Pract.** v.98, n.3, p.349-60, 2012.

HAYES, A. F. Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis : a regression-based approach. **Guilford Publications.** v.2, p1-10, 2013.

HERBST, A; KORDONOURI, O; SCHWAB, K.O, *et al.* Initiative of the German Working Group for Pediatric Diabetology Germany. Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in children with type 1 diabetes: a multicenter study of 23,251 patients. **Diabetes Care.** v.30, p.2098–100, 2007.

HERO, C; SVENSSON, A.M; GIDLUND, P, *et al.* O colesterol LDL-C não é um bom marcador de risco cardiovascular no diabetes tipo 1. **Diabetes Med.** v.33, e.3, p.316–323, 2016.

HUANG, S. O transportador de glicose GLUT4. [Revisão] [238 refs] **Metabolismo Celular.** **Diabetes.** v.5, e.4, p.237–252, 2007.

IDE, B.N; MURAMATSU, L.V; MACEDO, D.V; RAMARI, C *et al.* Adaptações neuromusculares ao treinamento de força. Rev. **Acta Brasileira do Movimento Humano.** v.4, n.5, p.1-16, 2014.

INGERSOLL, G; MARRERO, D. A Modified Quality-of Life Measure for Youths: Psychometric Properties. **The Diabetes Educator.** v.17; n.2, p.114-118, 1991.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF). IDF Diabetes Atlas, 9th edn. **Brussels, Belgium**. p.1-132, 2019.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF). The 10th edition of the IDF **Diabetes Atlas**. 1-141, 2021.

ISPAD-Glycemic control targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young adults with diabetes. **Pediatric Diabetes**. n.19, e.27, p.105-114, 2022.

ISPAD-Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: What is new in diabetes care? **Pediatric Diabetes**. n.19, e.27, p.5–6, 2018.

IZAR, M; FONSECA, F; FALUDI, A *et al*. Manejo do risco cardiovascular: dislipidemia. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 2023.

JAMKA, M; MAKAREWICZ-BUKOWSKA, A; BOKAYEVA, K *et al*. Comparison of the Effect of Endurance, Strength and Endurance-Strength Training on Glucose and Insulin Homeostasis and the Lipid Profile of Overweight and Obese Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Int J Environ Res Public Health**. v.13, n.19, e.22, p.14928. 2022. doi: 10.3390/ijerph192214928. PMID: 36429662; PMCID: PMC9690009.

JESSEN, N; GOODYEAR, L. J. Contraction signaling to glucose transport in skeletal muscle. **J Appl Physiol**, v99, n.1, 2005, p.330-337. 2005.

JIMENEZ, C.C; MATTHEW, H.C; JAMES, T.C, *et al*. National athletic trainers' association position statement: management of the athlete with type 1 diabetes mellitus. **J Athl Train**, v42, n.4, p. 536-45, 2007.

JIMÉNEZ, O.H; RAMÍREZ-VÉLEZ R *et al*. El entrenamiento con pesas mejora la sensibilidad a la insulina y los niveles plasmáticos de lípidos, sin alterar la composición corporal en sujetos con sobrepeso y obesidad. **Endocrinol Nutr**. v.58, n.4, p.169-74, 2011.

JOANNE, N.G.M.B; MARK, R; CONAWAY, A, *et al*. Methods of Standing from Supine and Percentiles for Time to Stand and to Run 10 Meters in Young Children. **The Journal of Pediatrics**. v.162, e.3, P.552-556, 2013.

JOHNSTON, R.E; QUINN, T.J; KERTZIR, R. *et al*. Strength training in female distance runners: impacto n running economy. **Nat Strength Cond Res**. V.11; p.224-229; 1997.

KAHALY, G.J; HANSEN, M.P. Type 1 diabetes associated autoimmunity. **Autoimmun Rev**. v.15, n.7, p.644-648, 2016.

KELLEY, G.A; KELLEY, K.S. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins in adults with type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized-controlled trials. **Public Health**. v.121, n.9, p.643-55, 2007.

KELLEY, G.A; KELLEY, K.S. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Prev Med**. v.48, n.1, p.9-19, 2009.

KENNEDY, J.W; HIRSHMAN, M.F; GERVINO, E.V, *et al.* Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. **Diabetes**. v.48, e.5, p.1192–1197. 1999.
<https://doi.org/10.2337/diabetes.48.5.1192>

KERSHNAR, A.K; DANIELS, S.R; IMPERATOR, E *et al.* Lipid abnormalities are prevalent in youth with type 1 and type 2 diabetes: the SEARCH for diabetes in youth study. **J Pediatr**. v.149, e.3, p.314-9. 2006.

KHAWALI, C; ANDRIOLO, A; FERREIRA, S.R. Benefícios da atividade física no perfil lipídico de pacientes com diabetes tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.47:49-54. 2003.

KIM, J; MUST, A; FITZMAURICE, G.M, *et al.* Relationship of physical fitness to prevalence and incidence of overweight among schoolchildren. **Obesity Research**, v. 13, p. 1246-1254, 2005.

KOUMANOV, F; JIN, B; YANG, J; *et al.* Insulin signaling meets vesicle traffic of GLUT4 at a plasma-membrane-activated fusion step. **Cell Metab**. v.2, n.3. p.179-89. 2005.

KRAEMER, W.J; RATAMESS, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Med**. v.35, n.4, p.339-361, 2005.

LEBL, J; SCHOBER, E; ZIDEK, T, *et al.* Growth data in large series of 587 children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. **Endocr Regul**. v.37: p.153-61. 2003.

LEE, S; BACHA, F; GUNGOR, N; *et al.* Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. **J Pediatr**. v.148; n2, p.188-94. 2006.

LEHMANN R, KAPLAN V, BINGISSER R, BLOCH KE, SPINAS GA. Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM. **Diabetes Care**. v.20, e1603-p.11. 1997.

LEITE, N; PIZZI, J; MENEZES JUNIOR, F. J, *et al.* EFFECT OF MICT AND HIIT ON CARDIOMETABOLIC RISK AND BODY COMPOSITION IN OBESE BOYS. **REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (ONLINE)**. v.28, p.274-280, 2022.

LEITÃO, A.S; LEITÃO, G.G.A.S; SANTOS, P.E.S *et al.* Ana Elisa Rebeschini De Marchi. Diabetes Mellitus type 1: the impact on quality of life. **Research, Society and Development**. v.12, n.3, 2023.

LESINSKI, M; PRIESKE, O; GRANACHER, U. Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**. v.50, p.781-795, 2016.

LIEBERMAN, M; MARKS, A.D; PEET, A. Marks basic medical biochemistry. Wolters Kluwer Health/Lippincott. **Williams & Wilkins**, v.1. 2013.

- LIMA, V.A; CORDEIRO, G.R; MASCARENHAS, L.P.G *et al.* Nível de atividade física e aptidão cardiorrespiratória de adolescentes com diabetes mellitus tipo 1: resposta no perfil lipídico. **RBONE - Revista Brasileira De Obesidade, Nutrição E Emagrecimento**. 18(112), 21-29. 2024.
- LIMA, V.A; MENEZES JÚNIOR, F.J; CELLI, L.R *et al.* Effects of resistance training on the glycemic control of people with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Arch. Endocrinol. Metab.**, v. 66, n. 4, p. 533-540, Jun. 2022.
- LIMA, V.A; MASCARENHAS, L.P.G; DECIMO, J. *et al.* Physical activity Levels of Adolescents with Type 1 Diabetes Physical activity in T1D. **Pediatric Exercise Science**. v.29, e.2, p213-219, 2017.
- LIMA-SILVA, A.E; FERNANDES, T.C; DE-OLIVEIRA, F.R *et al.* Muscle glycogen metabolism during exercise: mechanism of regulation. **Rev. Nutr. Campinas**, v.20, e.4, p.417-429, 2007
- LIN X; ZHANG X; GUO J, *et al.* Effects of Exercise Training on Cardiorespiratory Fitness and Biomarkers of Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **J Am Heart Assoc**. v.26; e.4, p.7. 2015.
- LOPES, M.F.A; TURECK, L.V; LIMA, V.A *et al.* Effect of Exercise on Concentration of High-Density Lipoprotein in Youth: A systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Exercise Physiology online**, v. 22, p. 183-199, 2019.
- LOPES, W; LEITE, N; ARAÚJO, C. *Et al.* Influência da obesidade na força muscular de membros inferiores e superiores em adolescentes. **Rev Bras Ativ Fis Saúde**. v.18, p.720-729. 2013.
- LUCCHESI F. Desembarcando o diabetes: Um manual para quem tem e para quem não quer ter diabetes. ed. Porto Alegre Rs: **L&pm**, 2002
- LUKACS, A; MAYER, K; JUHASZ, E, *et al.* Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. **Pediatr Diabetes**. v.13, e.5, p.432-437, 2012.
- MAAHS,D.M, *et al.* Epidemiology of type 1 diabetes. **Endocrinol Metab Clin North Am**, 2010.
- MACEDO, A.G; BERNARDINO, A.S; OLIVEIRA, D.M, *et al.* Treinamento resistido e sistema endócrino: revisão de literatura . **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 16, n. 3, p. 01–15, 2020. DOI: 10.5216/rir.v16i3.58190.
- MACHADO, A. F; FILHO, L.C.R; WOLF, V.L.W, *et al.* Hormônio insulina nobodybuilding. **Cascavel**, 2018. Disponível em: <http://tcconline.fag.edu.br:8080/app/webroot/files/trabalhos/20181010-142151>.
- MACHADO, U.F. Transportadores de glicose. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.42, n.6, 1998. doi.org/10.1590/S0004-27301998000600003
- MACKNIGHT, J. M; MISTRY, D.J; PASTORS, J.G, *et al.* The daily management of athletes with diabetes.**Clin Sports Med**, v28, n. 3, p. 479-95, 2009.

MAIOR, A.S; ALVÊZ, A.A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz, Rio Claro**, v.9, n.3, p.61-168, 2003.

MAJALIWA, E.S; MUNUBHI, E; RAMAIYA, K *et al.* Survey on acute and chronic complications in children and adolescents with type 1 diabetes at Muhimbili National Hospital in Dar es Salaam, Tanzania. **Diabetes Care**. v.30, p.2187-92, 2007.

MAUGHAN, R; GLESSON, M; GREENHAFF, L. P. Bioquímica do Exercício e do Treinamento. 1º edição brasileira. São Paulo. **Editora Manole**, 2000.

MARÇAL, D.F.S; ALEXANDRINO, E.G; CORTEZ, L.E.R *et al.* Effects of physical exercise on type 1 diabetes mellitus: a systematic review of clinical and randomized tests. **J. Phys. Educ.** v. 29, e2917, 2018.

MARLISS, E. B; VRANIC, M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: implications for diabetes. **Diabetes**, v51 Suppl 1, p. S271-83, 2002.

MARSO, S.P; HIATT, W.R. Peripheral arterial disease in patients with diabetes. **J Am Coll Cardiol**, v47, n. 5, p. 921-9, 2006.

MARTINS, D.M. Exercício Físico no controle do Diabetes Mellitus. Guarulhos, SP: **Phorte editora**. v.1, 2000.

MARX, J.O; RATAMESS, N.A; NINDL, B.C *et al.* Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med Sci Sports Exerc**. v.33, n.4, p.635-43, 2001. doi: 10.1097/00005768-200104000-00019.

MARZZOCO, B.B; TORRES. **Bioquímica Básica**. 2nd ed., Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 1999.

MASCARENHAS, L.P.G; LEITE, N; TITSKI, A.C.C.K, *et al.* Variability of lipid and lipoprotein concentrations during puberty in Brazilian boys. **Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism**, v. 28, p. 125-131, 2015.

MATHEUS, A.S.M; COBRAS, R.A; GOMES, M.B, *et al.* Gomes. Dyslipidemias in type 1 diabetes: a current approach. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.52, e.2, 2008.

MATSUDO, V.K.R; MATSUDO, S.M; REZENDE, L.F.M *et al.* Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. v.17, e.1, p.1-10, 2015.

McCRIMMON, R.J; GOLD, A.E; DEARY, I.J, *et al.* Symptoms of hypoglycemia in children with IDDM. **Diabetes Care**. v18 n.6, p.858-61, 1995.

MEIRA, S.O; MORCILLO, A.M; LEMOS-MARINI, S.H.V. *et al.* Crescimento puberal e altura final em 40 pacientes com diabetes mellitus tipo 1 . **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.49. e.3; 2005.

MENEZES-JUNIOR, F.J; JESUS, Í.C; MOTA, J, *et al.* Validation of equations to estimate the peak oxygen uptake in adolescents from 20 meters shuttle run test. **J Sports Sci.** V.12, e.38. p.1-12. 2020.

MERCURI, N; ARRECHEA, V. Atividade física e diabetes mellitus. **Diabetes Clínica.** v4, P.347-349, 2001.

MICULIS, C.P; MASCARENHAS, L.P.G; BOGUSZEWSKI, M.C,S *et al.* Atividade física na criança com diabetes tipo 1. **J Pediatr (Rio J).** v.86.4:271-278, 2010.

MINICUCCI, W; ALVES, S.T.F; ARAUJO, L.R *et al.* O papel da bomba de insulina nas estratégias de tratamento do diabetes. Posicionamento Oficial SBD 2007. **Rev Bras Med.** v.6, Suppl 6. 2007.

MIRA, G.S; CANDIDO, L.M.B; YALE, J.F. Of glucometer used for self-monitoring blood glycaemia in type 1 diabetic patients. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v.50, e.3, 2006

MYSLIWEC, A; SKALSKA, M; KNECHTLE, B, *et al.* Acute Responses to Low and High Intensity Exercise in Type 1 Diabetic Adolescents in Relation to Their Level of Serum 25(OH)D. **Nutrients.** v.12, p.454, 2020. doi:10.3390/nu12020454

MONTENEGRO JÚNIOR, R; CHAVES, M; FERNANDES, V. Fisiologia Pâncreática: Pâncreas. **Endócrino.** v.1; p.523-574; 2016.

MOORE, S. A. *et al.* Enhancing a somatic maturity prediction model. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 47, n.8, p.1755–1764, 2015.

MOSHER, P.E; NASH, M.S; PERRY, A.C, *et al.* Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. **ArchPhysMedRehabil.** v.79, p.652-7, 1998.

MOURA, P.M; MOREIRA, D; CAIXETA, A.P.L. Força de preensão palmar em crianças e adolescentes saudáveis. **Rev Paul Pediatr.**v.26, e.3, p.290-4, 2008.

MUECKLER, M; THORENS, B. The SLC2 (GLUT) family of membrane transporters. **Mol Aspects Med.** v.34, e.2-3, p.121-38, 2013.

NARENDRAN P; SOLOMON T.P; KENNEDY A; CHIMEN M, *et al.* The time has come to test the beta cell preserving effects of exercise in patients with new onset type 1 diabetes. **Diabetologia.** v58, N.1 P.8-10, 2015.

NICHOLS, G.A; DÉRUJAZ-LUYET, A; HAUSKE, S.J *et al.* The association between estimated glomerular filtration rate, albuminuria, and risk of cardiovascular hospitalizations and all-cause mortality among patients with type 2 diabetes. **J Diabetes Complications.** v.32, e.3, p.291-7, 2018.

NÓBREGA, S. R *et al.* Muscle Hypertrophy Is Affected by Volume Load Progression Models. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. Publish Ah. 2023 Jan v.37, e.1, p.62-67, 2023.

OLIVEIRA, C.H.M.C; BERGER, K; SOUZA, S.C.A.L, *et al.* Continuous glucose monitoring: a critical appraisal after one year experience. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v49 n.6, p.983-990, 2005.

OLIVEIRA, J.E.P.D; VENCIO, S. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. **Sociedade Brasileira de Diabetes.** 2013-2014.

OLIVEIRA, S; OLIVEIRA, S.L; MENEZES, R.K, *et al.* Análise da força de preensão manual e risco cardiovascular de adolescentes com Diabetes Mellitus tipo 1. **R. bras. Ciência e Mov.** v.24, e.2, p.5-14, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE: "recomendações globais sobre atividade física para a saúde". Genebra: **Organização Mundial de Saúde**, 8-10. 2018.

ORTEGA, F.B; RUIZ, J.R; CASTILLO, M.J. Sjöström M. Aptidão física na infância e adolescência: Um poderoso marcador de saúde. **Internacional J. Obes.** v.32, p.1–11, 2008.

PASSOS, V.M. A; BARRETO, S. M; DINIZ, L. M. Diabetes tipo 2: prevalência e fatores associados em uma comunidade brasileira. Projeto Bambuí de estudo de saúde e envelhecimento. **J. Méd.** v123, n. 2, p. 66-71,2005.

PAULI, J.R; DENNYS, E.C; CLAUDIO, T.S, *et al.* Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v3, n. 4, 2009.

PEARCE, I; SIMÓ, R; LÖVESTAM-ADRIAN, M *et al.* Association between diabetic eye disease and other complications of diabetes: implications for care. A systematic review. **Diabetes Obes Metab.** v.21, e.3, p.467-78, 2019.

PEREIRA, F.W.L. Fatores que Influenciam a Composição Corporal em Pacientes Portadores de Diabetes Mellitus Tipo 1. 2021. p.76, Tese (Doutorado em Fisiopatologia em Clínica Médica)- **Universidade Estadual Paulista.** São Paulo, 2021.

PEREIRA, M.I.R; GOMES, P.S.C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. **Rev Bras Med Esporte.** v. 9; e5. 2003.

PEREIRA, W; VANCEA, D; OLIVEIRA, R, *et al.* Atividade física e exercício no DM1. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes** (2023). DOI: 10.29327/557753.2022-6, ISBN: 978-85-5722-906-8.

PERRY, A.C; OKUYAMA, T; TANAKA, K, *et al.* A comparison of health and fitness-related variables in a small sample of children of japanese descent on 2 continents. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**, v. 156, n. 4, p. 362-368, 2002.

PETERSMANN, A; MÜLLER-WIELAND, D; MÜLLER, U.A *et al.* Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus. **Exp Clin Endocrinol Diabetes.** v.127, e.01, p.1-7, 2019.

- PETSCHNIG, R; WAGNER, T; ROBUBI, A, *et al.* Baron R. Effect of strength training on glycemic control and adiponectin in diabetic children. **Med Sci Sports Exerc.** v.52; e.10;p.2172–2178. 2020.
- PICK, A; CLARK, J; KUBSTRUP, C, *et al.* Role of apoptosis in failure of cell mass compensation for insulin resistance and cell defects in the male Zucker fatty rat. **Diabetes.** v47, p.358-64, 1998.
- PICKUP, J; KEEN, H. Continuous subcutaneous insulin infusion at 25 years: evidence base for the expanding use of insulin pump therapy in type 1 diabetes. **Diabetes Care.** v.25, p.593–8, 2002.
- PITITTO, B; DIAS, M; MOURA, F *et al.* Metas no tratamento do diabetes. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023).**
- PLOUG, T; GALBO, H; RICHTER, E. A. Increased muscle glucose uptake during contractions: no need for insulin. **Am J Physiol,** v247, n.6, p.E726-31. 1984.
- PONGRAC BARLOVIC, D; HARJUTSALO, V; GROOP, P.H. Exercise and nutrition in type 1 diabetes: Insights from the FinnDiane cohort. **Front Endocrinol (Lausanne).** v.22, e13, p.1064185, 2022.
- PURDON, C; BROUSSON, M; NYVEEN, S.L, *et al.* The roles of insulin and catecholamines in the glucoregulatory response during intense exercise and early recovery in insulin-dependent diabetic and control subjects. **J Clin Endocrinol Metab.** v.76, p.566-73, 1993.
- QUIRK, H; BLAKE, H; TENNYSON, R, *et al.* Physical activity interventions in children and young people with type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. **Diabet Med J Br Diabet Assoc.** v.31, p.1163–73, 2014.
- RAMALHO, A.C.R; SOARES, S. O Papel do Exercício no Tratamento do Diabetes Melito Tipo 1. Artigo de revisão. **ArqBrasEndocrinolMetab.** v.52, n.02, p. 260-267, 2008.
- RAMALHO, A.C; DE LOURDES, L; NUNES, F, *et al.* The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. **Diabetes Res Clin Pract.** v.72; e.3; p.271–276. 2006.
- RASSI, N; RASSI, T.O. Síndrome metabólica no diabetes tipo 1. In: Ruy Lira, Ney Cavalcanti, organizadores. **Diabetes mellitus.** v.1, p.208, 2006.
- REDDY, R; WITTENBERG, A; CASTELO, J *et al.* Effect of Aerobic and Resistance Exercise on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes. **Can J Diabetes.** v.43, e.6, p.406-414, 2019.
- RETNAKARAN R; HOCHMAN J; DEVRIES J *et al.* Continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple day injections. the impact of baseline A1c. **Diabetes Care.** v.27, 2590–4. 2004.
- RHEA, M. Treinamento de força para crianças. São Paulo: **Phorte**, 2009.

RHODES, R.E; LUBANS, D.R; KARUNAMUNI, N, *et al.* Factors associated with participation in resistance training: a systematic review. **Br J Sports Med.** v.51, e.20, p.1466-1472, 2017.

RIBEIRO, C.C.A; CAL ABAD, C.C; BARROS, R.V *et al.* Level of flexibility through sit and reach test from research performed in São Paulo city. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.** v.12; n.6, p.415-421, 2010.

RIDDELL M.C; PETERS, A.L. Exercise in adults with type 1 diabetes mellitus. **Nat Rev Endocrinol.** v.19, e.2, p.98-111, 2023. doi: 10.1038/s41574-022-00756-6.

RIDDELL, M. C, *et al.* Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. **The Lancet Diabetes and endocrinology.** v.5, n.5, p.377-390, 2017.

RIDDELL, M.C; BAR-OR, O; HOLLIDGE-HORVAT, M, *et al.* Ingestão de glicose e utilização do substrato durante o exercício em meninos com IDDM. **J Appl Physiol.** v88, n.4, p.1239-1246, 2000.

RIDDELL, M.C; PERKINS, B.A. Diabetes tipo 1 e exercício. . Parte I: aplicações da fisiologia do exercício no manejo do paciente durante a atividade vigorosa. **Can J Diab.** v30, p.63-71, 2006.

ROBERGS R.A; ROBERTS, S.O. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para Aptidão, desempenho e saúde.** São Paulo: Phorte, 2002.

ROBERTSON, K; ADOLFSSON, P; RIDDELL, M.C, *et al.* Exercise in children and adolescents with diabetes. **Pediatric Diabetes.** 2008;9:65-77.

RODACKI, M; TELES, M; GABBAY, M, *et al.* Classificação do diabetes. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023).** DOI: 10.29327/557753.2022-1, ISBN: 978-85-5722-906-8.

RODRIGUES, C.E.C; ROCHA, P.E.C. Musculação: teoria e prática. **Rio de Janeiro.** v.3, e.1. 1985.

RODRIGUES, M.E; MARINS, J.C.B. Counter movement and jump squat: methodological analysis and normative data in athletes. Countermovement e squatjump: análise metodológica e dados normativos em atletas. **R. bras. Ci. e Mov.** v.19, n.4, p.108-119, 2011.

RODRIGUES, A.N. *et al.* Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. **J Pediatr.** v. 8, p. 426-30, 2006.

RODRIGUES, M.L.D; CALLIARI, L.E; RODACKI M. Manejo dos dias de doença no DM1. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes.** 2023. DOI: 10.29327/5238993.2023-1, ISBN: 978-85-5722-906-8.

RÖHLING, M; HERDER, C; RODEN, M, *et al.* Effects of long-term exercise interventions on glycaemic control in type 1 and type 2 diabetes: a systematic review. **Exp Clin Endocrinol Diabetes.** v.124, e.8, p.487-94, 2016.

ROLIM, L.C; SÁ, J.R; CHACRA, A.R *et al.* Clinical heterogeneity and coexistence of diabetic neuropathies: difference and similarities between types 1 and 2 diabetes mellitus. **Arq Bras Endocrinol Metabol.** v.53, e.7, p.818–24, 2009.

RÖNNBACK, M; FAGERUDD, J; FORSBLOM, C, *et al.* Per-Henrik Groop and on behalf of the finnish diabetic nephropathy. Altered age-related blood pressure pattern in type 1 diabetes. **Circulation.** v.110, p.1076-82, 2004.

ROSA, M. P; BARONI, G. V; PORTAL, V. L. Potencial terapêutico para a prevenção e tratamento da nefropatia e neuropatia diabéticas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia.** v51, p.1528-1532.2007,

ROSENBLOOM A.L. Hyperglycemic crises and their complications in children. **J PedEndocrinolMetab.** v20, p.5-18, 2007.

SAEIDI FARD, F; MEDINA-INOJOSA, J.R; WEST, C.P, *et al.* The association of resistance training with mortality: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Preventive Cardiology.** v.26, p.1647-1665, 2019.

SALEM, M.A; ABOELASRAR, M.A; ELBARBARY, N.S, *et al.* Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. **Diabetol Metab Syndr.** v.2; e.1; p.1–10. 2010.

SALEM, M.A; MOHAMMED, A.A; NANCY, S.E, *et al.* Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. **DiabetolMetabSyndr,** v 2, n. 1, p. 47, 2010.

SALES-PERES; CARVALHO *et al.* Estilo de vida em pacientes portadores de diabetes mellitus tipo 1: uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva.** v. 21, p. 1197-1206, 2016.

SALINERO-FORT, M.Á; SAN ANDRÉS-REBOLLO, F.J, DE BURGOS-LUNAR, C *et al.* Cardiovascular and all-cause mortality in patients with type 2 diabetes mellitus in the DIABETES Cohort Study: Association with chronic kidney disease. **J Diabetes Complications.** v.30, e.2, p.227-36, 2016.

SÁNCHEZ, P; GARCÍA-SÁNCHEZ, C; MARQUINA, N.M *et al.* Influence of Strength Training Variables on Neuromuscular and Morphological Adaptations in Prepubertal Children: A Systematic Review. **Int J Environ Res Public Health.** v.9, n.20, e.6, p.4833. 2023. doi: 10.3390/ijerph20064833. PMID: 36981742; PMCID: PMC10049541.

SANTOMAURO, A.T; SANTOMAURO, JR A.C; PESSANHA, A.B, *et al.* Diagnóstico e tratamento da Cetoacidose Diabética. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes.** 2023. DOI: 10.29327/5238993.2023-6, ISBN: 978-85-5722-906-8.

SANTOS, G; GUERRA, P.H; MILANIL S.A, *et al.* Comportamento sedentário e competência motora em crianças e adolescentes: revisão. **Rev Saude Publica.** ;p.55:57. 2021.

SARTORELLI, D. S; FRANCO, J.L. Tendência do diabetes mellitus no Brasil: opapel da transição nutricional. **Cad.SaúdePublica**. v 19, supl.1, p. 29-36. 2003.

SCARPELLI, M. C et al. Muscle Hypertrophy Response Is Affected by Previous Resistance Training Volume in Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. **Publish Ah**. v.36; e.4, p.1153-1157, 2022

SCHOFIELD, J; HO, J; SORAN, H. Cardiovascular Risk in Type 1 Diabetes Mellitus. **Diabetes Ther**. v.10, e.3, p.773-789, 2019.

SCHOR, E.L; MAHWAH, N.J. Children's Health and the assessment of Health-Related Quality of Life. In Dennis Drotar (Ed.), *Measuring Health-Related Quality of Life in Children and Adolescents – Implication for Research and Practice*: **Lawrence Erlbaum Publishers**. 1998.

SELLTIZ C; WRIGHTSMAN L; COOK S. Métodos de pesquisa nas relações sociais. Volume 1. **Delineamentos de pesquisa**. São Paulo. E.P.U. 1976.

SHEPHERD, P. R; KAHN, B. B. Glucose Transporters and Insulin Action. Implications for Insulin Resistance and Diabetes Mellitus. **N Engl J Med**, v341, n.4, July 22, 1999, p.248-257. 1999.

SHOENFELD, B. Science and development of muscle hypertrophy. Champaign: **Human Kinetics**. e.1, p 224, 2016.

SILINK, M. Childhood diabetes: a global perspective. **Horm Res**. v.57, Suppl 1, p.1-5. 2002.

SILVA JÚNIOR, W.S; GABBAY, M; LAMOUNIER, R; *et al*. Bertoluci M. Insulinoterapia no diabetes mellitus tipo 1 (DM1). **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 2023.

SILVA, C.G; PACHECO, G.S; PAIXÃO, J.J.A. BENEFITS OF PHYSICAL ACTIVITY FOR TYPE I DIABETES. **Revista Saúde dos Vales**. v.02, 2020.

SIMÃO R. Fundamentos Fisiológicos para o Treinamento de Força e Potência. **Editora Phorte**. São Paulo. 2002.

SILVA MARÇAL, D.F; ALEXANDRINO, E.G; CORTEZ, L.E.R, *et al*. EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON TYPE 1 DIABETES MELLITUS: A SYSTEMATIC REVIEW OF CLINICAL AND RANDOMIZED TESTS. **J. Phys. Educ**. v. 29, e.2917, 2018.

SIMÕES, J.A.R.; MENDONÇA, K.S.; SILVA R.R. Treinamento Anaeróbio em Indivíduos Diabéticos. **Revista Digital Vida e Saúde**. v1. N.1. 2002.

SMELTZER, S.C; BARE, B.G. **Histórico e tratamento de pacientes com diabetes mellitus**. In: **Tratado de enfermagem médico-cirúrgica**. 9. ed. São Paulo: Sarvier, p. 269-96, 2002.

SOARES, A.V; SUZUKI S, S; METZLER, C.T. Testes preditivos para a recuperação motora do membro superior em pacientes hemiparéticos pós-AVC. **Revista Científica JOPEF** (Online). e.1, p.36-8, 2008

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (Diretrizes da SBD). **Alvos no controle clínico e metabólico de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1**. 113; 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Exercício físico e diabetes mellitus. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. São Paulo: **Clannad**; v.1, p.146-152, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Exercícios físicos e diabetes: A prática segura de atividades desportivas. **(SBD)**. 2023.

SOTHERN, M.S; LOFTIN, J.M; UDALL, J.N. *et al*. Inclusion of resistance exercise in a multidisciplinary outpatient treatment program for preadolescent obese children. **Southern Medical Journal**. v.92, e.6, p.585-592. 1999.

SOUSA FRÓIS, R.R; PEREIRA, L.A; CARDEAL, C.M *et al*. TREINAMENTO DE FORÇA PARA CRIANÇAS E PRÉ-ADOLESCENTES: UMA METANALISE SOBRE ALTERAÇÕES DO CRESCIMENTO LONGITUDINAL, FORÇA E COMPOSIÇÃO CORPORAL. **R. bras. Ci. e Mov.** v.21, e.1, p.137-149, 2014.

SPIETH, L.E.; HARRIS, C.V. Assessment of Health-Related Quality of Life in Children and dolescents: An Integrative Review. **Journal of Pediatric Psychology**. v.21, p.175-193. 1996.

STODDEN, D.F; GAO, Z; GOODWAY, J.D, *et al*. Dynamic relationships between motor skill competence and health-related fitness in youth. **Pediatr Exerc Sci**. v.26, p.231-41. 2014.

SVENSSON, M; ERIKSSON, J. W; DAHLQUIST, G. Early glycemic control, age at onset, and development of microvascular complications in childhood-onset type 1 diabetes: a population-based study in northern Sweden. **Diabetes Care**, v. 27, n. 4, p. 955-62, 2004.

TADIOTTO M.C; Duncan J; Mota J; *et al*. Excess adiposity and low physical fitness hamper Supine-to-Stand test performance among sedentary adolescents. **Jornal da Pediatria**. v.97; e.6; p.658-664; 2021.

TANNER JM. **Growth at adolescent**.Oxford: Blackwell Scientific; 1962.

TIRAPEGUI, J. Effect of insulin-like growth factor-1 on muscle and bone growth in experimental model. **Int. J. Food Sci. Nutr.**, v.50, p.231-236, 1999.

TIRAPEGUI, J.; MENDES, R.R; GOMES, M.R *et al*. Crescimento muscular. In: Julio Tirapegui. Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física. São Paulo: **Atheneu**, 2005, p.119-130.

TONI, S; REALI, MF; BARNI, F, *et al*. Managing Insulin Therapy During Exercise in Type 1 Diabetes Mellitus. **Acta Biomed**, v.77, N.1, P.34-40, 2006.

TONOLI, C; HEYMAN, E; ROELANDS, B *et al.* Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. **Sports Med.** v.42, p.1059–1080, 2012.

TU, E; TWIGG, S. M; SEMSARIAN, C. Sudden death in type 1 diabetes: the mystery of the 'dead in bed' syndrome. **Int J Cardiol. Netherlands**, v.138, p.91-3, 2010.

TURNER, D; LUZIO, S; GRAY, B.J *et al.* Impact of single and multiple sets of resistance exercise in type 1 diabetes. **Scand J Med Sci Sports.** v.25, p.99–109, 2015.

VANSANT, A. Age differences in movement patterns used by children to rise from a supine position to erect stance. **Physical therapy**, v.68, n.9, p.1330-1339, 1988b.

VANSANT, A. Rising from a supine position to erect stance: Description of adult movement and a developmental hypothesis. **Physical Therapy.** v.68, n.2, p.185-192, 1988a.

VAUGHN, J.M; MICHELI, L. Strength training recommendations for the young athlete. **Phys Med RehabilClin N Am.** v.19, n.2, p.235-45, 2008.

VILELA G, SILVA SF. Efeitos do treinamento pliométrico na força explosiva e potência de meninas púberes praticantes de voleibol. **R. bras. Ci. e Mov.** v.25, e.1, p.109-117. 2017.

WALLACE, B.M; MOFFATT, R.J; HAYMES, E.M; *et al.* Acute effects of resistance exercise on parameters of lipoprotein metabolism. **Med Sci Sports Exerc**, v.23, p.199-204, 1991.

WALLYMAHMED, M.E; MORGAN, C; GILL, G.V *et al.* Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. **Diabet Med.** v.24, e.11, p.1296-1299, 2007.

WEISSBERG-BENCHELL, J; ANTISDEL-LOMAGLIO, J; SESHADRI R. Insulin pump therapy: a meta-analysis. **Diabetes Care.** v.26, p.1079–87. 2003.

WELLS, K.F; DILLON, E.K. The sit and reach – a test of back and leg flexibility. **Res.Quart.** v.23, p.115-8, 1952.

WELTMAN, N.Y; SALIBA, S.A; BARRETT, E.J, *et al.* The use of exercise in the management of type 1 and type 2 diabetes. **Clin Sports Med**, v. 28, n. 3, p. 423-39, 2009.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. Fisiologia do esporte e do exercício. 1. ed. Barueri: **Manole Ltda**, 2001.

WOJCIECHOWSKI P, R.Y.S.P; LIPOWSKA, A; MACIEJ, M.G, *et al*; Eficácia e segurança comparação de monitorização contínua da glicose e auto-monitorização da glicemia na diabetes tipo 1. revisão sistemática e meta-análise. **Pol Arch Med Wewn.** 10:333-344, 2011.

WONDISFORD, F.E. Essentials of Endocrinology and Metabolism: A Practical Guide for Medical Students. **Springer Science and Business Media LLC**: Berlin, v.1, p.279-287, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: **World Health Organization**; 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Geneva: **World Health Organization**; 2019.

WRÓBEL, M; GOŁAŚ, A; ROKICKA, D *et al.* The influence of resistance training on muscle strength, irisin concentration, and metabolic parameters in type 1 diabetic patients. **Endokrynol Pol.** v.73, e.1, p.96-102, 2022.

WRÓBEL, M; ROKICKA, D; CZUBA M, *et al.* Aerobic as well as resistance exercises are good for patients with type 1 diabetes. **Diabetes Res Clin Pract.** v.144; e.1;p.93–101. 2018.

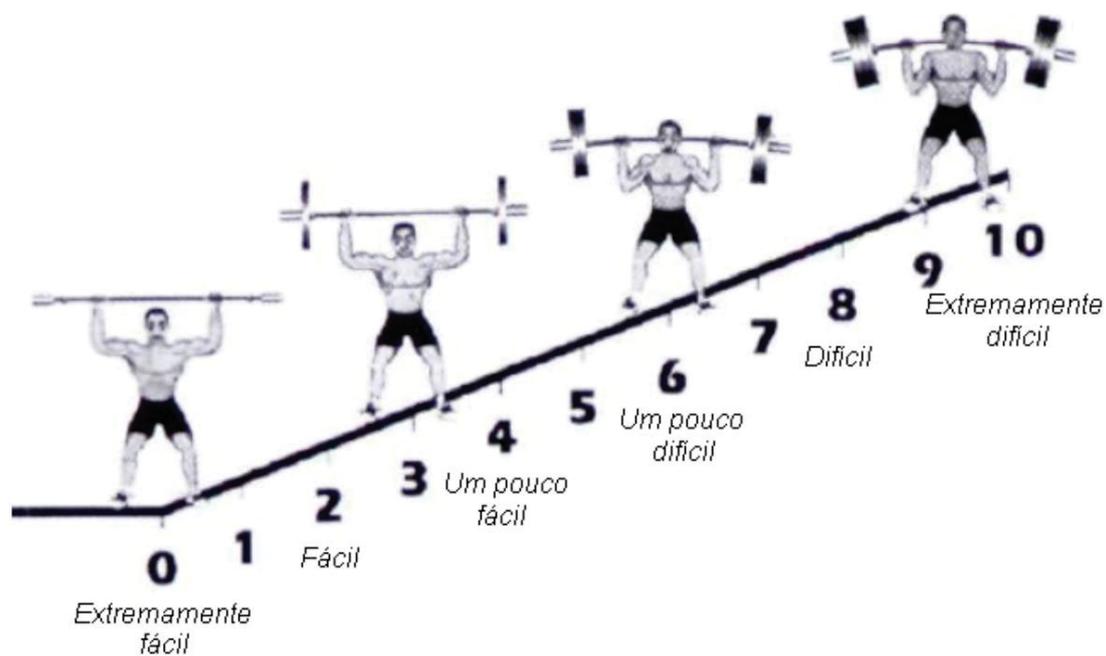
WU, N; BREDIN, S.S.D; JAMNIK, K.J *et al.* Association between physical activity level and cardiovascular risk factors in adolescents living with type 1 diabetes mellitus: a cross-sectional study. **Cardiovasc Diabetol.** v.20, e.12, p.1, 2021

XIE, J; IKRAM, M.K; COTCH, M.F *et al.* Association of diabetic macular edema and proliferative diabetic retinopathy with cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. **JAMA Ophthalmol.** v.1, e.135, p.586, 2017.

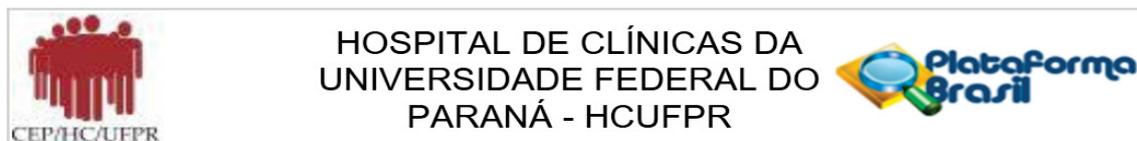
YARDLEY, J.E; KENNY G.P; PERKINS B.A, *et al.* Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes Care.** v.36, p.537–42, 2013.

ANEXO 1

Escala de Percepção subjetiva de esforço (Omni)



ANEXO 2



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO REMOTO NO CONTROLE METABÓLICO, NA APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE VIDA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1

Pesquisador: SUZANA NESI FRANÇA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 57772522.8.0000.0096

Instituição Proponente: Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.422.331

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma Pesquisa de caráter prospectivo, experimental, intervencionista caracterizada por delineamentos de pesquisa que tem distribuição aleatória dos sujeitos pelos tratamentos. Será desenvolvido um programa de atividades físicas de forma remota para crianças e adolescentes com Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) via uma plataforma digital. O programa consiste em promover aulas de exercícios resistidos, analisar os efeitos

desse treinamento nos parâmetros de aptidão física, controle glicêmico e qualidade de vida, além de gerar conhecimento a profissionais da saúde, portadores de DM1 e seus familiares sobre os efeitos dos exercícios. O programa será realizado por 3 de intervenção. Será avaliado o impacto deste programa nos indivíduos participantes por meio da avaliação do controle glicêmico, avaliação antropométrica, avaliação da aptidão física e qualidade de vida antes e após a intervenção.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar a influência do treinamento resistido realizada de maneira remota e síncrona no controle metabólico, na aptidão física e qualidade de vida em crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1, com uso de MDI ou SICI.

Endereço: Rua Gal. Carneiro, 181

Bairro: Alto da Glória

CEP: 80.060-900

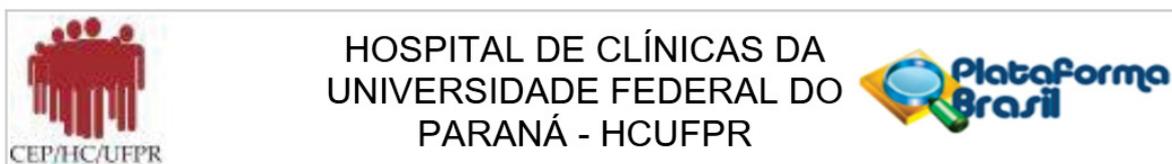
UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-1041

Fax: (41)3360-1041

E-mail: cep@hc.ufpr.br



Continuação do Parecer: 5.422.331

Objetivo Secundário:

a) Verificar os efeitos agudos na variação glicêmica após sessões de treinamento resistido remoto e a influência no controle glicêmico avaliado por HbA1c, em crianças e adolescentes com DM1. b) Comparar se existem diferenças nos efeitos do treinamento resistido remoto em crianças e adolescentes com DM1, com uso de MDI ou SICI. c) Avaliar a influência do treinamento resistido remoto na composição corporal e aptidão cardiorrespiratória de crianças e adolescentes com diabetes. d) Avaliar alterações na força e potência muscular com treinamento resistido remoto em crianças e adolescentes com DM1 e relação com o controle glicêmico. e) Avaliar e verificar a influência do treinamento resistido remoto na qualidade de vida de crianças e adolescentes com DM1.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os possíveis riscos aos sujeitos de pesquisa referem-se à aplicação do questionário e realização dos atendimentos online, esses instrumentos podem causar sentimento de constrangimento aos participantes, no entanto serão tomadas medidas para minimizar os riscos como a garantia de confidencialidade dos dados, da aplicação do questionário e dos atendimentos em ambiente confortável e privativo, com tempo hábil para ser respondido.

Pode ocorrer risco na coleta de sangue. Algumas pessoas poderão apresentar mancha escura (hematoma) ou dor leve no local, que desaparecerá em alguns dias e normalmente não tem necessidade de cuidado especial. Para minimizar os riscos a coleta será sempre realizada por profissionais capacitados e treinados do laboratório do Complexo Hospital de Clínicas da UFPR e serão realizadas com material descartável, de acordo com as normas de prevenção de contaminação.

Pode haver o risco de hipoglicemias durante as aulas remotas síncronas, para minimizar esse risco será aferido a glicemia antes de todas as aulas, para a participação os níveis devem estar com valores entre 100 e 250mg/dl (SBD, 2020). Intervalo considerado seguro para a prática de exercícios. Além disso, as aulas serão de curta duração (30 minutos) e os pacientes serão orientados a ter disponível e de fácil acesso alguma fonte de carboidrato simples para qualquer ocorrência.

Benefícios:

Ampliar o conhecimento sobre o efeito dos exercícios resistidos no diabetes e evidenciar a importância de um programa digital de exercícios no tratamento da doença. Melhorar o controle

Endereço: Rua Gal. Carneiro, 181
Bairro: Alto da Glória **CEP:** 80.060-900
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3360-1041 **Fax:** (41)3360-1041 **E-mail:** cep@hc.ufpr.br



HOSPITAL DE CLÍNICAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ - HCUFPR



Continuação do Parecer: 5.422.331

glicêmico da doença e a qualidade de vida de crianças e adolescentes. Além de contribuir com a comunidade científica sobre o assunto abordado abrindo espaço para uma nova possibilidade de prescrição de exercícios.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de relevância científica, bem estruturado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Presentes e adequados

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HC-UFPR, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/2012 e na Norma Operacional N° 001/2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do projeto, conforme proposto, para início da Pesquisa. Solicitamos que sejam apresentados a este CEP relatórios semestrais sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos. Os documentos da pesquisa devem ser mantidos arquivados.

É dever do CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos por meio de relatórios semestrais dos pesquisadores e de outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 21 de Maio de 2022

Assinado por:
Niazy Ramos Filho
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Gal. Carneiro, 181

Bairro: Alto da Glória

CEP: 80.060-900

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-1041

Fax: (41)3360-1041

E-mail: cep@hc.ufpr.br

ANEXO 3

Tipos de atividades cotidianas e seu equivalente gasto energético

Categoria	Tipos de Atividade	Gasto Energético METS Kcal/Kg/15'		Dia da semana:				
				Horas	0 - 15 minutos	16 - 30 minutos	31 - 45 minutos	46 - 60 minutos
				00				
				01				
				02				
				03				
				04				
				05				
				06				
				07				
				08				
				09				
				10				
				11				
				12				
				13				
				14				
				15				
				16				
				17				
				18				
				19				
				20				
				21				
				22				
				23				

Bouchard et al., 1983

ANEXO 4

TABLE 3
Percentage of Occurrence Across Trials (N = 320) for Upper Extremity (UE)
Component Categories

Category	Description	Occurrence (%)
A—Push and reach to symmetrical push	One hand is placed on the support surface beside the pelvis. The other UE reaches across the body, and the hand is placed on the support surface. Both hands push against the support surface to an extended elbow position. The UEs are then lifted and used for balance.	12.2
B—Push and reach	One hand is placed on the support surface beside the pelvis. The other UE reaches out to assist in balance throughout the movement. The supporting UE pushes into extension and is then lifted, assisting in balance.	27.5
C—Symmetrical push to push and reach	Both hands are placed on the support surface, one on each side of the pelvis. Both hands push against the support surface as the trunk moves forward. One hand leaves the support surface before the other to assist in balance.	10.6
D—Symmetrical push	Both hands are placed on the support surface, one on each side of the pelvis. Both hands push against the support surface before the point when the UEs are lifted simultaneously and used to assist in balance.	46.6
E—Symmetrical reach	The UEs reach forward, leading the trunk, and are used to assist in balance throughout the movement.	3.1
TOTAL		100.0

ANEXO 5

TABLE 4
Percentage of Occurrence Across Trials (N = 320) for Lower Extremity (LE)
Component Categories

Category	Description	Occurrence (%)
A—Half kneel	The LEs are brought toward the trunk assuming an asymmetrical crossed-leg position with one foot and the opposite thigh contacting the support surface. Body weight is transferred from the thigh to the knee of the same LE, as the body is rotated over the LEs into a half-kneeling position. Weight is then transferred to the opposite foot as the LEs extend.	15.9
B—Asymmetrical squat	One or both LEs are brought toward the trunk, assuming an asymmetrical or crossed-leg position with the soles of the feet contacting the support surface. The LEs (or LE if one remained extended) push(es) up to an extended position. Crossing or asymmetry may be corrected during the extension phase by circumduction or stepping action.	40.9
C—Symmetrical squat with balance step	The LEs are flexed synchronously and symmetrically, placing the soles of the feet on the support surface. Foot placement is adjusted before extension or at the end of straightening by stepping or hopping.	16.9
D—Symmetrical squat	The LEs are brought symmetrically into flexion with the heels approximating the buttocks. Weight is transferred from buttocks to the feet, and the LEs then extend vertically.	26.3
TOTAL		100.0

ANEXO 6

TABLE 5
Percentage of Occurrence Across Trials (N = 320) for Axial Component Categories

Category	Description	Occurrence (%)
A—Full rotation, abdomen up	The head and trunk flex and rotate to the side. Rotation continues until the ventral surface of the trunk faces, but does not contact, the support surface. The pelvis is then elevated to or above the level of the shoulder girdle. The back extends from this position vertically, with or without accompanying rotation of the trunk.	14.4
B—Partial rotation	Flexion and rotation of the head and trunk bring the body to a side-facing position, with the trunk inclined slightly forward of the vertical plane. The trunk extends vertically, with or without accompanying rotation.	19.7
C—Symmetrical, interrupted by rotation	The head and trunk begin to flex forward symmetrically. The symmetrical movement is interrupted by rotation to one side or by extension with rotation. Forward movement then continues until the head and trunk are forward of the vertical plane. The trunk may rotate counterclockwise during extension to the upright position. A frontal or diagonal facing may result.	19.7
D—Symmetrical	The head and trunk move forward symmetrically past the vertical plane; the back then extends symmetrically to the upright position.	46.2
TOTAL		100.0