

UNIVERSIDADE DE MARÍLIA  
PROGRAMA DE MESTRADO INTERDISCIPLINAR EM INTERAÇÕES ESTRUTURAIS  
E FUNCIONAIS NA REABILITAÇÃO

JEFFERSON CRISTIANO JACINTO DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DE ÍNDICES DE ADIPOSIDADE E GORDURA CORPORAL SOBRE  
A FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM  
DIABETES MELLITUS TIPO 1**

MARILIA  
2024

JEFFERSON CRISTIANO JACINTO DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DE ÍNDICES DE ADIPOSIDADE E GORDURA CORPORAL SOBRE  
A FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM  
DIABETES MELLITUS TIPO 1**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação da Universidade de Marília para obtenção do título de Mestre em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação, na área de concentração Bases Estruturais e Funcionais da Reabilitação.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Rucco P. Detregiachi  
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Federighi Baisi Chagas

MARÍLIA  
2024

S237i

Santos, Jefferson Cristiano Jacinto dos  
Influência de índices de adiposidade e gordura corporal sobre a força de preensão manual de crianças e adolescentes com Diabetes Mellitus Tipo 1/ Jefferson Cristiano Jacinto dos Santos. - Marília: UNIMAR, 2024.  
48f.

Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação – Arquitetura, Estrutura e suas Relações com a Reabilitação Funcional) – Universidade de Marília, Marília, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Cláudia Rucco Penteadó Detregiachi

1. Bioimpedância 2. Força de Preensão da Mão 3. Índice de Massa Triponderal 4. Pediatria 5. Produto da Acumulação lipídica  
I. Santos, Jefferson Cristiano Jacinto dos

CDD – 616.462

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

JEFFERSON CRISTIANO JACINTO DOS SANTOS

### **INFLUÊNCIA DE ÍNDICES DE ADIPOSIDADE E GORDURA CORPORAL SOBRE A FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação da Universidade de Marília para obtenção do título de Mestre em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação, na área de concentração Bases Estruturais e Funcionais da Reabilitação.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Rucco P. Detregiachi

Aprovado em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

---

Coordenação do Programa de Mestrado em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação

Considerações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

---

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus; aos meus pais Marcilio (in memorian) e Mãe Maria (Lia), a minha querida Avó Antônia (in memorian) que sem sombra de dúvida foi a pessoa mais sábia que já conheci, com todo meu amor e gratidão.

Obrigado por sempre me apoiarem em tudo que fiz na minha vida e me ensinarem sobre amor, integridade e verdade!

A família que Deus me concedeu Elidia, Lara e Felipe, sem vocês nada disso seria possível. Muito obrigado por tanto amor e dedicação!

---

---

---

## AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, Senhor de tudo nessa vida, meu protetor, a quem deposito toda minha fé e confiança, com a certeza da existência de sua sabedoria.

A minha esposa Elidia e meus filhos Lara e Felipe que com certeza são o maior patrimônio que Deus me deu!

A amiga, eterna mentora e orientadora Cláudia Rucco, que contribuiu muito durante esses dois anos de mestrado, em meu conhecimento técnico e acadêmico, nas aulas ministradas por mim.

A amiga e professora Dra. Flavia Carácio pelos ensinamentos, parceria e contribuição pelo desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao amigo e professor Dr. Eduardo Federighi Baisi Chagas pelas exímias análises estatísticas realizadas nesse trabalho, pela confiança e contribuição durante todo o período de mestrado e trabalho no Cenid.

Aos ex-alunos voluntários Dr. Lucas Cappia, Lucas Leal, Rayssa Andrade e Lucas Vaz, pela parceria e período de aprendizado no Cenid.

A toda equipe de Nutrição da Unimar, acadêmicos e professores, que direta ou indiretamente, foram fundamentais e parte indispensável nesse estudo.

Os acadêmicos que me auxiliaram durante esses dois anos, Debora Tucunduva, Lana Araújo, Mateus Santos e Daniel Vanucci Sampaio de Souza, pela colaboração na coleta de dados dos pacientes.

A minha amiga e eterna mentora Dra. Jesselina Haber, que contribuiu nesses dois anos de mestrado, em meu crescimento pessoal, profissional e acadêmico.

Aos professores da pós-graduação do Mestrado Interdisciplinar em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação da Unimar, com quem aprendi muito nesses dois anos.

Às pessoas que, como eu, voltaram a ser alunos, com muita alegria sempre.

---

---

---

## AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

Ao Dr. Márcio Mesquita Serva, Magnífico Reitor da Universidade de Marília;

A Profa. Regina Lúcia Ottaiano Losasso Serva, Magnífica Vice-reitora da Universidade de Marília;

A Profa. Dra. Fernanda Mesquita Serva, Digníssima Pró-reitora de Pesquisa, Pós-graduação e Ação Comunitária da Universidade de Marília;

A Profa. Dra. Maria Elizabeth da Silva Hernandes Correa, Diretora de Ensino e Pesquisa do Hospital Beneficente UNIMAR;

Aos docentes do Programa de Mestrado em Interações Estruturais e Funcionais na Reabilitação;

As secretárias da Pós-graduação Thaís Helena Camprubi Brunetti e Andréa dos Santos Infante Hermínio;

a todos meus sinceros agradecimentos!

---

---

---

## INFLUÊNCIA DE ÍNDICES DE ADIPOSIDADE E GORDURA CORPORAL SOBRE A FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1

### RESUMO

**Introdução:** No diabetes mellitus tipo 1 (DM1) a falta de controle glicêmico, dieta inadequada e baixo nível de atividade física têm contribuído para o aumento da gordura corporal e do risco cardiovascular associado a piora dos índices lipídicos. Tem sido relatado que valores elevados de glicemia, gordura corporal e índices lipídicos podem estabelecer uma condição desfavorável para o metabolismo do tecido muscular, refletindo em pior função muscular. **Objetivo:** Analisar a relação entre índices de adiposidade e gordura corporal sobre o desempenho de força de preensão manual (FPM) de crianças e adolescentes com DM1 atendidos em ambulatório interdisciplinar. **Material e métodos:** Para este estudo foram obtidos dados do banco eletrônico dos pacientes do Centro Interdisciplinar em Diabetes do Ambulatório Médico de Especialidades da Universidade de Marília. Dentre os dados disponíveis neste banco foram utilizadas as informações de idade, sexo, tempo de diagnóstico do DM1, FPM, antropometria, perfil lipídico, glicemia de jejum, hemoglobina glicada (HbA1c) e composição corporal por bioimpedância (BIA). A partir dos dados do perfil lipídico e dos dados antropométricos foram calculados os índices de adiposidade: índice de adiposidade visceral (VAI), índice de massa triponderal (TMI), índice de conicidade (IC), produto de acumulação lipídica infantil (CLAP) e produto relativo de acúmulo de lipídios (RCLAP). A FPM foi medida em dinamômetro de preensão manual com empunhadura ajustável e os resultados em quilograma força (kgf). Foi calculada também a FPM relativa (FPM-R) e expressa em quilograma força por peso corporal (Kg/Kg). A diferença entre médias foi analisada pelo teste t Student. A análise da relação entre as variáveis quantitativas foi explorada pelo teste de correlação de Pearson. O efeito das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes foi analisado pela regressão linear múltipla pelo método Enter e o coeficiente de determinação analisado pelo  $R^2$ . Foi adotado nível de significância de 5%. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIMAR, sob parecer número 4.125.920/2020. **Resultados:** Participaram do estudo 81 crianças e adolescentes com DM1, sendo 48 meninos (59%), com média de idade situada na pré-adolescência (10 a 14 anos). Os resultados deste estudo indicam que os índices de adiposidade CLAP, RCLAP-H e o RCLAP-P influenciam significativamente a FPM-R em cerca de 26% e 24% nas mãos dominante e não dominante, respectivamente. Os demais índices de adiposidade e as variáveis de gordura corporal não influenciaram a FPM-R, assim como nenhuma das variáveis de adiposidade e de gordura corporal sobre a FPM absoluta. Todos os índices de adiposidade apresentaram relacionamento inverso com a FPM-R em ambos os lados no estudo da correlação, entretanto apenas o CLAP manteve este comportamento na análise de regressão. **Conclusão:** Nossas descobertas apoiam a preferência pela FPM-R em estudos epidemiológicos e prática clínica sobre o papel da FPM em contextos de adiposidade e gordura corporal de crianças e adolescentes com DM1.

**Palavras-chave:** bioimpedância; força de preensão da mão; índice de massa triponderal; pediatria; produto da acumulação lipídica.

---

---

---

INFLUENCE OF ADIPOSITY INDEX AND BODY FAT ON THE HANDGRIP  
STRENGTH OF CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH TYPE 1 DIABETES  
MELLITUS

**ABSTRACT**

**Introduction:** In type 1 diabetes mellitus (DM1), lack of glycemic control, inadequate diet and low level of physical activity have contributed to increased body fat and cardiovascular risk associated with worsening lipid levels. It has been reported that high blood glucose, body fat and lipid levels can establish an unfavorable condition for the metabolism of muscle tissue, resulting in worse muscle function. **Objective:** To analyze the relationship between adiposity and body fat indexes on the handgrip strength (HGS) performance of children and adolescents with DM1 treated at an interdisciplinary outpatient clinic. **Material and methods:** For this study, data were obtained from the electronic database of patients at the Interdisciplinary Center for Diabetes at the Medical Specialties Outpatient Clinic at the University of Marília. Among the data available in this database, information on age, sex, time since DM1 diagnosis, HGS, anthropometry, lipid profile, fasting blood glucose, glycated hemoglobin (HbA1c) and body composition by bioimpedance analysis (BIA) were used. From the lipid profile data and anthropometric data, adiposity indices were calculated: visceral adiposity index (VAI), triponderal mass index (TMI), conicity index (CI), child lipid accumulation product (CLAP) and relative product of lipid accumulation (RCLAP). HGS was measured using a handgrip dynamometer with an adjustable handle and the results were measured in kilograms of force (kgf). Relative HGS (HGS-R) was also calculated and expressed in kilograms of force per body weight (Kgf/Kg). The difference between means was analyzed using the Student t test. The analysis of the relationship between quantitative variables was explored using the Pearson correlation test. The effect of the independent variables on the dependent variables was analyzed by multiple linear regression using the Enter method and the coefficient of determination analyzed using R<sup>2</sup>. A significance level of 5% was adopted. The project was approved by the UNIMAR Ethics and Research Committee, under opinion number 4.125.920/2020. **Results:** 81 children and adolescents with DM1 participated in the study, 48 of whom were boys (59%), with an average age in pre-adolescence (10 to 14 years). The results of this study indicate that the adiposity indices CLAP, RCLAP-H and RCLAP-P significantly influence HGS-R by approximately 26% and 24% in the dominant and non-dominant hands, respectively. The other adiposity indices and body fat variables did not influence HGS-R, nor did any of the adiposity and body fat variables on absolute HGS. All adiposity indices showed an inverse relationship with HGS-R on both sides in the correlation study, however only CLAP maintained this behavior in the regression analysis. **Conclusion:** Our findings support the preference for HGS-R in epidemiological studies and clinical practice on the role of HGS in the context of adiposity and body fat in children and adolescents with DM1. **key-words:** electric impedance; hand strength; tri-ponderal mass index; pediatrics; lipid accumulation product.

---

---

---

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Comparação da média e desvio-padrão (DP) das variáveis quantitativas do estudo entre os sexos.....	27
<b>Tabela 2</b> – Dados da regressão logística para analisar o efeito das variáveis independentes sobre a força de prensão manual relativa (FPM-R) dos participantes.....	30

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fórmulas para cálculo do índice de adiposidade visceral (VAI), segundo Amato; Giordano (2014) .....	21
<b>Figura 2</b> - Fórmula para cálculo do índice de massa triponderal (TMI), segundo Peterson <i>et al.</i> (2017) .....	21
<b>Figura 3</b> - Fórmula para cálculo do índice de conicidade (IC), segundo Valdez (1991) .....	21
<b>Figura 4</b> - Fórmula para cálculo do produto de acumulação lipídica infantil (CLAP), segundo Zhang <i>et al.</i> (2019) .....	22
<b>Figura 5</b> - Fórmulas para cálculo do produto relativo de acumulação lipídica infantil (RCLAP), segundo Zhang <i>et al.</i> (2021) .....	22
<b>Figura 6</b> –Análise do coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação ( $R^2$ linear) entre produto de acumulação lipídica infantil (CLAP) e força de prensão manual relativa (FPM-R) da mão dominante (1A) e não dominante (1B).....	28
<b>Figura 7</b> - Análise do coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação ( $R^2$ linear) entre produto relativo de acúmulo de lipídios por altura (RCLAP-H) e força de prensão manual relativa (FPM-R) da mão dominante (7A) e não dominante (7B) .....	29
<b>Figura 8</b> - Análise do coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação ( $R^2$ linear) entre produto relativo de acúmulo de lipídios por peso (RCLAP-P) e força de prensão manual relativa (FPM-R) da mão dominante (8A) e não dominante (8B) .....	29

---

---

---

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AME	Ambulatório Médico de Especialidades
AMPK	<i>Proteína quinase ativada</i> por adenosina monofosfato
ATP	Trifosfato de adenosina
BIA	Bioimpedância
CC	Circunferência da cintura
CENID	Centro Interdisciplinar em Diabetes
CLAP	Produto de acumulação lipídica infantil
CT	Colesterol total
DCCT	<i>Diabetes Interventions and Complications Study</i>
DM	<i>Diabetes mellitus</i>
DM1	<i>Diabetes mellitus</i> tipo 1
EROS	Espécies reativas de oxigênio
FPM	Força de preensão manual
FPM-A	Força de preensão manual absoluta
FPM-R	Força de preensão manual relativa
GLUT-4	Transportador de glicose tipo 4
HbA1c	Hemoglobina glicada
HDL-c	HDL-colesterol
IC	Índice de conicidade
IDF	<i>Diabetes Atlas da International Diabetes Federation</i>
IMC	Índice de massa corporal
IMT	Índice de massa triponderal
LAP	Produto de acumulação lipídica
LDL-c	LDL-colesterol
MLG	Massa livre de gordura
RCE	Razão cintura-estatura
RCLAP	Produto relativo de acúmulo de lipídios
RCLAP-H	Produto relativo de acúmulo de lipídios por altura
RCLAP-P	Produto relativo de acúmulo de lipídios por peso
TG	Triglicerídeos
UNIMAR	Universidade de Marília
VAI	Índice de adiposidade visceral

---

---

---

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVO</b> .....	18
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	18
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>3.1 Metodologia da análise de dados</b> .....	23
<b>4. RESULTADOS</b> .....	27
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38

---



# 1. INTRODUÇÃO



---

## 1. INTRODUÇÃO

O diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1) é mais comum em crianças e adolescentes. Apresenta deficiência grave de insulina devido a destruição das células  $\beta$ , associada à autoimunidade. A apresentação clínica é abrupta, com propensão à cetose e cetoacidose, com necessidade de insulino-terapia plena desde o diagnóstico ou após curto período (Rodacki *et al.*, 2022). O Brasil está entre os dez países com maior prevalência de diabetes *mellitus* (DM) em crianças e adolescentes, ocupando a terceira posição neste ranking, atrás da Índia e dos Estados Unidos (International Diabetes Federation, 2022).

O *Diabetes Atlas* da *International Diabetes Federation* (IDF) fornece números, informações e projeções mais recentes sobre DM em todo o mundo. Segundo a última edição deste material, o Brasil possui prevalência de 92.300 casos de DM1 em pessoas com menos de 20 anos. Em relação à incidência (número de casos novos), o Brasil também está na terceira posição no ranking dos dez países, com taxa de 8,9 novos casos ao ano por mil indivíduos com zero a 19 anos, estando em primeiro lugar a Índia (24,0 novos casos ao ano) e em segundo os EUA (18,2 novos casos ao ano) (Internacional Diabetes Federation, 2021).

A incidência e prevalência de casos de DM1 estão aumentando a cada ano em muitos países (Tuomilehto *et al.*, 2020). Estima-se que globalmente 1.211.900 crianças e adolescentes tenham DM1, com cerca de 108.200 menores de 15 anos diagnosticados cada ano, número esse que sobe para 149.500 quando a idade estende-se a menores de 20 anos (Internacional Diabetes Federation, 2021).

Países de alta renda são responsáveis por 49% da incidência global, mas apenas 17% da população. A Ásia, que concentra 60% da população mundial, foi o continente com o maior número de casos incidentes (32% da população), seguida pela Europa (27% da população) com 10% da população mundial (Green *et al.*, 2021).

Neste cenário epidemiológico, é premente discussões sobre tratamento e controle desta doença.

A importância do exercício para a saúde é amplamente reconhecida, dada as várias mudanças moleculares decorrentes dele que culminam em diversas respostas fisiológicas, incluindo o incremento da captação de glicose (Pereira *et al.*, 2017). Estudo pioneiro confirmou a captação de glicose com a contração muscular por meio da medição da diferença arteriovenosa na glicose derivada do músculo masseter em equinos, demonstrando redução na quantidade de glicose neste tecido após a mastigação do feno (Chauveau; Kaufmann, 1987). Seguindo essa evidência, sob a ótica muscular, foi demonstrado que o exercício físico aumenta a taxa de

---

---

utilização de glicose em animais e humanos (Christophe; Mayer, 1958; Hagenfeldt; Wahren, 1971).

A identificação do transportador de glicose tipo 4 (GLUT-4), abundantemente expresso nos tecidos adiposo e muscular, favoreceu mais estudos sobre os mecanismos pelos quais o exercício pode influenciar a captação de glicose pelo tecido muscular esquelético (Charron *et al.*, 1989). Estudos em modelos animais (Luciano *et al.*, 2002; Pauli *et al.*, 2009) e em humanos (Christ-Roberts *et al.*, 2004; O'gorman *et al.*, 2006; Frøsig *et al.*, 2007) demonstraram que o treinamento físico aumenta a expressão de GLUT-4, promovendo a captação de glicose no músculo esquelético, favorecendo a homeostase glicêmica, bem como prevenção e tratamento do DM (Pereira *et al.*, 2017; Marçal *et al.*, 2018).

No músculo esquelético, a captação de glicose depende da presença de GLUT-4 na membrana celular, de modo que este permite a entrada de glicose por difusão facilitada. O exercício físico, mais especificamente a contração muscular, é capaz de ativar uma série de proteínas que desencadeiam alterações funcionais e/ou estruturais, promovendo a translocação do GLUT-4. Dentre essas proteínas está a *proteína quinase ativada* por adenosina monofosfato (AMPK) que é estimulada pelas contrações musculares a partir da depleção dos níveis de trifosfato de adenosina (ATP). Além de causar a translocação de moléculas de GLUT-4 para a membrana, a AMPK também regula a expressão de novas moléculas de GLUT-4 (Pereira *et al.*, 2017).

Estudos adicionais trouxeram evidências de que o  $\text{Ca}^{2+}$  também promove o aumento da captação de glicose. Isso se deu por meio da observação de que as bombas de íons  $\text{Ca}^{2+}$  do retículo sarcoplasmático estimuladas pela cafeína aumentam a demanda de energia celular e o consumo de ATP. Como o aumento do gasto energético é responsável pela ativação da AMPK e desencadeia processos que sinalizam a translocação do GLUT-4 das vesículas intracelulares para a membrana plasmática, a captação de glicose é estimulada (Witczak *et al.*, 2007). Esse fenômeno mostra que o  $\text{Ca}^{2+}$  influencia indiretamente o aumento da captação de glicose, por meio da atividade da AMPK (Pereira *et al.*, 2017).

Há também a sugestão de que espécies reativas de oxigênio (ERO) desempenhem papel na captação de glicose em resposta à contração muscular, devido ao fato de que o exercício aumenta significativa e transitoriamente a produção de ERO (Reid, 2008; Jensen *et al.*, 2008). Experimentos que utilizaram o tratamento com ERO em fibras musculares esqueléticas isoladas observaram que a captação de glicose nos músculos tratados foi maior (Jensen *et al.*, 2008). Outros estudos utilizando inibidores não específicos de ERO encontraram resultados divergentes, sem efeito na captação de glicose em roedores (Merry *et al.*, 2010) e em humanos

---

---

---

(Merry *et al.*, 2010a). Os dados desses estudos sugerem que o envolvimento de ERO na captação muscular de glicose seria restrito às condições observadas *in vitro* por meio da estimulação elétrica intensa de fibras musculares isoladas, sem representar os efeitos do exercício nos indivíduos. Em um estudo com indivíduos portadores de DM1, a administração de antioxidantes naturais, como a vitamina E, após o exercício atenuou a captação de glicose, indicando que as ERO atuam como reguladoras da captação de glicose e sua inibição pode ter um efeito negativo (Merry; Mcconell, 2012).

Essas informações indicam uma rede de mecanismos envolvidos na captação de glicose pelo músculo esquelético, alguns com informações controversas, indicando a necessidade de mais estudos para elucidar melhor essa relação (Pereira *et al.*, 2017). Entretanto o exercício, em especial sua consequência - o músculo, é reconhecido como uma modalidade não farmacológica importante para a homeostase glicêmica, atuando tanto na prevenção como no tratamento do DM (Pereira *et al.*, 2017; Marçal *et al.*, 2018). Neste sentido, uma composição corporal adequada em músculo é benéfica para qualquer indivíduo e, em especial, para os diabéticos.

Entretanto, uma composição corporal adequada com boa massa muscular e consequente aptidão física nem sempre é realidade entre os indivíduos portadores de DM1, em qualquer idade. Embora a visão tradicional permaneça de que os diabéticos do tipo 1 são magros ou eutróficos, a prevalência de sobrepeso e obesidade neste grupo aumentou em paralelo com as tendências globais de ganho de peso da população (Polsky; Ellis, 2015).

Libman *et al.* (2003) relataram que a prevalência de sobrepeso e obesidade no início do DM1 entre crianças quase triplicou de 12,6% para 36,8% entre os períodos de 1979-1989 e 1990-1998. Em várias coortes, a prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças com DM1 foi relatada como maior do que na população normal, com uma estimativa de 22,1% das crianças com DM1 com sobrepeso ou obesidade na coorte do estudo *US SEARCH for Diabetes in Youth* (Liu *et al.*, 2010). A mediana do índice de massa corporal (IMC) foi maior do que os valores de referência nacionais nos registros do *T1D Exchange* (Estados Unidos, n= 11.435) e *Diabetes Prospective Follow-up* (Europa, n= 21.501) (idade 1-18 anos), particularmente na população dos Estados Unidos (Dubose *et al.*, 2015).

A presença do excesso de peso, na forma de sobrepeso ou obesidade, pode aumentar ainda mais durante a vida do indivíduo com DM1, relacionados à terapia intensiva com insulina e excesso de insulina, hipoglicemia recorrente e lanches defensivos (Klupa, 2016). No estudo *Diabetes Interventions and Complications Study* (DCCT) os indivíduos com insulino terapia intensiva tiveram um risco aumentado de 33% de excesso de peso, e o ganho de peso médio foi de 4,6 kg a mais em comparação com aqueles em insulino terapia convencional (Purnell;

---

---

Zinman; Brunzell, 2013). Na coorte do *Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study* de 589 indivíduos com DM1, os padrões temporais de peso foram avaliados por 18 anos. No início do estudo, 28,6% dos indivíduos estavam com sobrepeso e 3,4% obesos, percentuais que aumentaram para 47% de sobrepeso e a prevalência de obesidade aumentou sete vezes ao longo de 18 anos (Conway *et al.*, 2010).

Paulino *et al.* (2013) avaliaram o crescimento de pacientes portadores de DM1, com instalação da doença antes da puberdade, em dois momentos distintos com intervalo médio de quatro anos, e compararam com indivíduos saudáveis. Esses pesquisadores constataram que o crescimento foi adequado, sem ganho excessivo de peso durante o período de seguimento, porém observaram diferenças na composição corporal, sobretudo na circunferência da cintura (CC).

Vários estudos têm demonstrado tendência de ganho de peso em crianças com DM1 quando elas iniciam a puberdade (Luna *et al.*, 2005; Elamin; Hussein; Tuvemo, 2006; Martinez *et al.*, 2009) e progressivo aumento de massa gorda, particularmente em meninas, o que parece estar relacionado à dose de insulina, ao número de aplicações e à intensificação da insulinoterapia (Dunger; Ahmed; Ong, 2002). A associação entre altas doses de insulina e ganho de peso pode refletir o efeito lipogênico do excesso de insulina presente na circulação desses pacientes inadequadamente controlados (Elamin; Hussein; Tuvemo, 2006).

A obesidade tem efeitos metabólicos conhecidos e leva a complicações de saúde ao causar síndrome metabólica, doenças cardiovasculares, DM2 e até mesmo aumentar o risco de câncer (Muio; Newgard, 2006, Dong *et al.*, 2023). Além dos efeitos metabólicos, a obesidade pode afetar a função do músculo esquelético e, assim, reduzir a mobilidade de indivíduos obesos (Teasdale *et al.*, 2013).

A relação excesso de peso e músculo pode ser analisado sob duas óticas opostas, mas não excludentes. Por um lado, a musculatura esquelética de indivíduos obesos tem que trabalhar mais para movimentar uma maior massa corporal, o que pode resultar em um efeito positivo do treinamento (Garcia-Vicencio *et al.*, 2016). Por outro lado, a obesidade também pode levar à diminuição da massa e da qualidade muscular (Prado *et al.*, 2008; Tallis *et al.*, 2017).

Assume-se que, no geral, a obesidade leva a uma capacidade reduzida do músculo esquelético de manter o desempenho locomotor e conseqüente menor mobilidade em indivíduos obesos. O movimento é importante para manter uma composição corporal saudável. Assim, os efeitos da obesidade no desempenho contrátil do músculo esquelético podem causar um ciclo negativo de obesidade: a mobilidade reduzida provavelmente levará a níveis mais baixos de

---

atividade e uso de energia, causando maior ganho de peso e, conseqüentemente, redução na qualidade de vida (Busutil *et al.*, 2017) e, no caso de diabéticos, um pior controle glicêmico.

A prática regular de exercício físico está associada a um melhor nível de aptidão física (Batista *et al.*, 2017; Vandoni *et al.*, 2021). Entre os componentes da aptidão física, a força tem recebido destaque devido sua relevância na manutenção da autonomia funcional e por refletir a saúde metabólica do tecido muscular. Em crianças e adolescentes, níveis mais elevados de força muscular foram inversamente associados à resistência à insulina, risco cardiometabólico e proteínas inflamatórias e, em certa medida, reduziram o perfil cardiovascular adverso de indivíduos com sobrepeso e obesos (Artero *et al.*, 2012).

Em crianças e adolescentes com DM1 que apresentam baixo nível de atividade física e precário controle metabólico é observado um aumento da gordura corporal (Paulino *et al.*, 2013), que por sua vez está relacionado com o declínio do desempenho de força e piora no perfil lipídico (Vandoni *et al.*, 2021). A força de prensão manual (FPM) é negativamente associada com obesidade central e hipertrigliceridemia e positivamente associada com aumento da pressão arterial sistólica em meninos (Kim; Lee; Hwang, 2020).

A FPM é uma importante ferramenta para a avaliação clínica, pois está relacionada com alterações na composição corporal, déficit funcional e alterações metabólicas (Mendes; Azevedo; Amaral, 2013). Além disto, sua fácil aplicação e a possibilidade de sua avaliação com base em valores de referência para sexo e idade contribuem para seu uso na prática clínica (Bohannon *et al.*, 2017).

Indicadores de obesidade comumente usados, como IMC, CC e razão cintura-estatura (RCE), são incapazes de diferenciar a gordura visceral da subcutânea (Pan *et al.*, 2022) e tampouco analisar composição corporal com eficiência. Assim, para avaliação da distribuição de gordura corporal índices de obesidade foram propostos nos últimos anos, incluindo índice de forma corporal, índice de massa triponderal (TMI), índice de conicidade (IC) e o índice de adiposidade visceral (VAI) (Bozorgmanesh *et al.*, 2016; Peterson *et al.*, 2017; Marni *et al.*, 2018; Ramírez-Vélez *et al.*, 2018; De Oliveira; Guedes, 2018; Tee; Gan; Lim, 2020; Leone *et al.*, 2020). Há também o produto de acumulação lipídica (LAP) que é um índice relacionado à obesidade calculado com base na CC e triglicerídeos (Kahn, 2005), considerado eficaz na previsão do acúmulo de lipídios em locais ectópicos, como sistema esquelético e células beta pancreáticas, sendo um índice que reflete o excesso de lipídios no corpo (Schaffer, 2003).

---



## **2. OBJETIVO**



## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a influência de índices de adiposidade e gordura corporal sobre a força de preensão manual de crianças e adolescentes com DM1 atendidos em ambulatório interdisciplinar.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar os índices de obesidade da amostra em estudo;
  - determinar a força de preensão manual da amostra em estudo;
  - analisar a possível influência das variáveis independentes - índices de adiposidade e gordura corporal sobre a variável dependente - desempenho de força de preensão manual da amostra em estudo.
-



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**



---

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo primário, observacional, transversal e analítico cujos dados foram obtidos por meio de acesso ao banco de dados dos pacientes do Centro Interdisciplinar em Diabetes (CENID) do Ambulatório Médico de Especialidades (AME) da Universidade de Marília (UNIMAR). O CENID consiste em um programa de extensão e grupo de pesquisa da UNIMAR que realiza atendimento ambulatorial a crianças e adolescentes portadores de DM1 encaminhados pela Secretaria Municipal de Saúde de Marília.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIMAR, sob parecer número 4.125.920/2020 (Anexo A), sob responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Eduardo Federighi Baisi Chagas. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética nas Pesquisas com Seres Humanos conforme resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Do banco de dados eletrônico do CENID foram incluídos neste estudo crianças e adolescentes com diagnóstico de DM1 há pelo menos um ano, de ambos os sexos, com dados de idade, sexo, tempo de diagnóstico do DM1, FPM, antropometria, perfil lipídico, glicemia de jejum, hemoglobina glicada (HbA1c) e composição corporal por bioimpedância (BIA). Foi adotado um intervalo de tempo de, no máximo, quatro meses entre os utilizados, a fim de evitar o viés de tempo que pudesse interferir na relação causa-efeito entre eles.

Todos esses dados foram coletados na rotina clínica do CENID seguindo procedimentos metodológicos que estão descritos a seguir de modo a possibilitar a reprodutibilidade do estudo e garantir sua validade.

Os dados sobre idade, sexo e tempo de diagnóstico são obtidos no registro do paciente e durante a consulta médica.

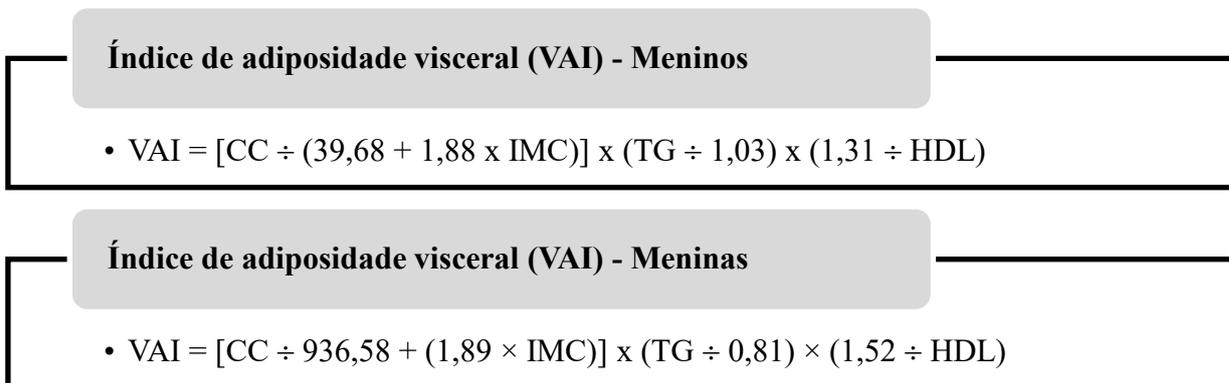
Os dados antropométricos utilizados neste estudo foram CC, peso e altura, e partir desses dois últimos foi calculado o IMC. A antropometria é realizada por profissionais treinados e experientes que compõem a equipe interdisciplinar do CENID, utilizando técnicas padronizadas (Lohman; Roche; Martorell, 1988; Gibson, 2005). Os valores de peso, altura e IMC foram convertidos e categorizados em z-escore de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (Onis *et al.*, 2007).

Foram utilizados os resultados dos exames bioquímicos de glicemia de jejum, HbA1c, colesterol total (CT), HDL-colesterol (HDL-c) e triglicérides (TG). O LDL-colesterol (LDL-c) foi calculado a partir da equação de Friedwald [CT - HDLc - (TG ÷ 5)] e o colesterol não HDL-c foi calculado pela equação CT - HDLc.

---

A partir dos dados do perfil lipídico e dos dados antropométricos foram calculados os índices de adiposidade: índice de adiposidade visceral (VAI), índice de massa triponderal (TMI), índice de conicidade (IC), produto de acumulação lipídica infantil (CLAP) e produto relativo de acúmulo de lipídios (RCLAP).

O VAI, sigla derivada do inglês *Visceral Adiposity Index*, será calculado a partir das fórmulas propostas por Amato *et al.* (2014). Tais fórmulas são compostas por duas medidas antropométricas (o IMC em Kg/m<sup>2</sup> e CC em cm) e dois parâmetros metabólicos (HDL-c em mg/dL e TG em mmol/L) (Figura 1).



**Figura 1-** Fórmulas para cálculo do índice de adiposidade visceral (VAI), segundo Amato; Giordano (2014).

O TMI, sigla derivada do inglês *Triponderal mass index*, foi calculado a partir da fórmula proposta por Peterson *et al.* (2017), a qual utiliza as variáveis peso e estatura (Figura 2).



**Figura 2 -** Fórmula para cálculo do índice de massa triponderal (TMI), segundo Peterson *et al.* (2017).

O IC foi calculado utilizando-se o peso, a estatura e a CC (em metros), de acordo com uma fórmula proposta por Valdez (1991) (Figura 3).

$$IC = \frac{\text{Circunferência da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m)}}}}$$

**Figura 3 -** Fórmula para cálculo do índice de conicidade (IC), segundo Valdez (1991).

O CLAP, sigla derivada do termo em inglês *Children's Lipid Accumulation Product*, foi calculado a partir da fórmula proposta por Zhang *et al.* (2019), a qual utiliza as variáveis CC, dobra cutânea abdominal (DCA) e TG (Figura 4).

**Produto de acumulação lipídica infantil (CLAP)**

- $CLAP = CC \text{ (cm)} \times DCA \text{ (mm)} \times TG \text{ (mmol/L)} / 100$

**Figura 4** - Fórmula para cálculo do produto de acumulação lipídica infantil (CLAP), segundo Zhang *et al.* (2019).

O RCLAP, sigla derivada do inglês *Relative Children's Lipid Accumulation Product*, foi calculado segundo fórmulas propostas por Zhang *et al.* (2021). Esse é derivado do CLAP por altura corporal e por peso, e pode refletir a densidade do acúmulo de lipídios entre crianças e adolescentes (Figura 5).

**Produto relativo de acúmulo de lipídios por altura (RCLAP-H)**

- $RCLAP-A = CC \text{ (cm)} \times DCA \text{ (mm)} \times TG \text{ (mmol/L)} / \text{altura (cm)}$

**Produto relativo de acúmulo de lipídios por peso (RCLAP-P)**

- $RCLAP-P = CC \text{ (cm)} \times DCA \text{ (mm)} \times TG \text{ (mmol/L)} / \text{peso (kg)}$

**Figura 5** - Fórmulas para cálculo do produto relativo de acumulação lipídica infantil (RCLAP), segundo Zhang *et al.* (2021).

A avaliação da gordura corporal foi feita a partir dos dados do exame de BIA, que é realizado por meio do aparelho Biodynamics 450<sup>®</sup>, os quais possibilitam a estimativa da composição de gordura por meio de equações específicas para idade e sexo (Houtkooper *et al.*, 1996; Kyle *et al.*, 2001).

A FPM é medida por meio de dinamômetro de prensão manual com empunhadura ajustável (TKK 5101 Grip D; Takei, Tóquio, Japão) e os resultados em quilograma força (kgf). Esta medida foi denominada nesse estudo de FPM absoluta (FPM-A). Para aplicação do teste são realizadas três tentativas de cada lado (dominante e não dominante) com intervalo de 30 segundos entre cada tentativa e registrada o maior valor para cada membro. O avaliado permanece na posição bípede padrão com o cotovelo em extensão total segurando o dinamômetro sem tocar em nenhuma parte do corpo com ele. O dinamômetro é ajustado para

sexo e tamanho da mão de cada avaliado (Zaqout *et al.*, 2016). Adicionalmente, foi calculada a FPM relativa (FPM-R) por meio da divisão da força absoluta (FPM-A) pelo peso corporal do participante e expressa em quilograma força por peso corporal (Kgf/Kg) (Bohannon, 2015).

### **3.1 Metodologia da análise de dados**

As variáveis quantitativas foram descritas pela média e desvio-padrão (DP). A distribuição de normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Para analisar as diferenças das médias para dois grupos independentes foi utilizado o teste t Student para amostras não pareadas. A análise da relação entre as variáveis quantitativas foi explorada pelo teste de correlação de Pearson. O efeito das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes foi analisado pela regressão linear múltipla pelo método Enter e o coeficiente de determinação analisado pelo  $R^2$ . Para todas as análises foi utilizado o software SPSS versão 19.0 for Windows, sendo adotado nível de significância de 5%.

O tamanho da amostra foi calculado no software G\*Power, versão 3.1.9.2 (Franz Faul, Universität Kiel, Germany) para estimar a correlação entre gordura corporal e desempenho de força em crianças e adolescentes com DM1. Considerando um tamanho de efeito médio (0,30) (Kim; Lee; Hwang, 2020), uma margem de erro do tipo I ( $\alpha$ ) de 5% e um poder de estudo de 80%, sendo assim estimada uma amostra de 80 pacientes.

---



## **4. RESULTADOS**



#### 4. RESULTADOS

Participaram do estudo 81 crianças e adolescentes com DM1, sendo 48 meninos (59%) e 33 meninas (41%), com média de idade situada na pré-adolescência (10 a 14 anos). As meninas apresentavam tempo de diagnóstico da doença maior em relação aos meninos, as quais tiveram o diagnóstico de DM1 com menor idade, embora essa diferença entre os sexos não tenha sido significativa. Dentre os dados do perfil lipídico, o CT, TG e o HDL-c foram significativamente maiores entre as meninas. O cálculo dos índices de adiposidade mostrou resultados significativamente maiores entre as meninas para o CLAP, RCLAP-H, RCLAP-P e TMI, assim como maior porcentagem de gordura corporal no exame de BIA. A FPM, absoluta (FPM-A) e relativa (FPM-R), não diferiu significativamente entre os sexos (Tabela 1).

**Tabela 1** – Comparação da média e desvio-padrão (DP) das variáveis quantitativas do estudo entre os sexos.

Variáveis	Sexo				p-valor
	Masculino (n=48)		Feminino (n=33)		
	Média	DP	Média	DP	
Idade (anos)	12,50	3,49	12,79	3,52	0,718
Tempo diagnóstico (anos)	3,77	2,29	5,12	3,67	0,067
Idade diagnóstica (anos)	8,75	3,25	7,76	3,00	0,168
HbA1c (%)	8,54	2,16	8,60	2,45	0,910
Glicemia de jejum (mg/dL)	176,3	60,2	181,0	81,3	0,778
Colesterol total (mg/dL)	159,1	34,3	174,3	31,3	0,045*
Triglicerídeo (mg/dL)	68,8	41,4	102,6	60,7	0,004*
LDL-colesterol (mg/dL)	86,1	28,2	94,2	25,8	0,191
HDL-colesterol (mg/dL)	53,0	10,4	58,0	10,6	0,037*
Não-HDL-colesterol	106,0	35,9	116,3	31,7	0,189
VAI	1,12	0,93	1,34	0,90	0,281
CLAP	12,99	14,33	21,63	18,08	0,019*
RCLAP-H	8,01	8,47	13,84	11,32	0,015*
RCLAP-P	23,65	22,99	39,75	28,93	0,007*
TMI	12,74	2,55	13,88	2,36	0,043*
Índice de conicidade	1,15	0,07	1,12	0,09	0,124
z- score IMC	0,13	1,38	0,43	0,98	0,278
Porcentagem de gordura pela BIA	18,62	6,04	26,40	7,74	<0,001*
FPM-A - dominante(kgf)	23,97	8,77	24,35	9,01	0,850
FPM-A - não dominante (kgf)	21,77	7,76	22,61	8,61	0,650
FPM-R - dominante (kgf/kg)	0,55	0,31	0,58	0,37	0,682
FPM-R - não dominante (kgf/kg)	0,50	0,27	0,54	0,35	0,582

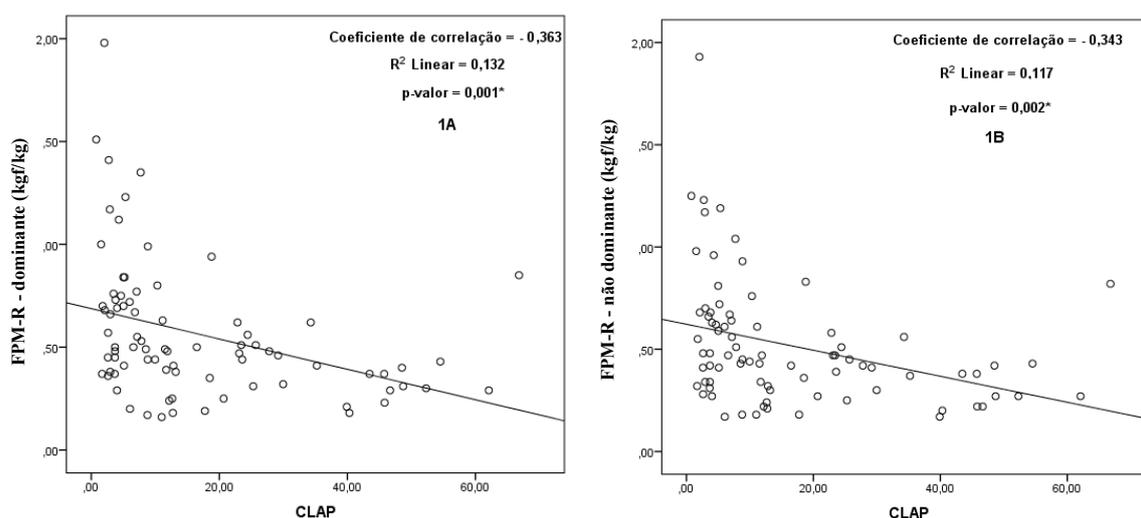
DP= desvio padrão. HbA1c = Hemoglobina glicada. VAI= índice de adiposidade visceral. CLAP= produto de acumulação lipídica infantil. RCLAP-H= produto relativo de acúmulo de lipídios por altura. RCLAP-P= produto relativo de acúmulo de lipídios por peso. TMI= índice de massa triponderal. IMC= índice de massa corporal. BIA= bioimpedância. FPM-A= força de prensão manual absoluta. FPM-R= força de prensão manual relativa.

Nota: \*indica diferença significativa pelo teste t Student para amostras independentes para p-valor <0,050

Foi realizada uma análise exploratória da correlação entre as variáveis independentes e a FPM. Foi observada correlação significativa somente da FMP-R com os índices de adiposidade CLAP, RCLAP-H e RCLAP-P. Os demais índices de adiposidade e as variáveis de gordura corporal empregadas neste estudo não apresentaram correlação significativa com a FMP-R, assim como nenhuma das variáveis de adiposidade e de gordura corporal foi correlacionada significativamente com a FPM-A. Somente as variáveis que apresentaram correlação significativa foram apresentadas nos resultados e incluídas na análise de regressão.

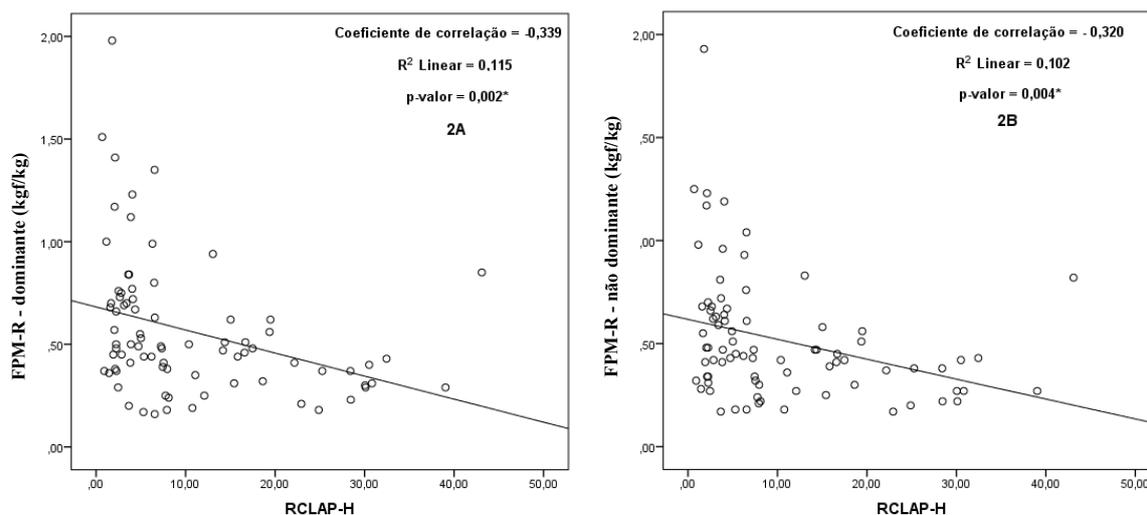
Foi observado que o aumento dos índices de adiposidade está relacionado com a redução da FPM-R em ambos os lados (dominante e não dominante) (Figuras 6, 7 e 8). Os valores dos coeficientes de correlação indicam uma relação de baixa à moderada. O CLAP foi o índice de adiposidade com maior influência sobre a FPM-R. A variação do CLAP explica 13,2% ( $R^2$ ) (Figura 6A) da variação da força relativa na mão dominante e 11,7% ( $R^2$ ) (Figura 6B) da mão não dominante.

A variação do RCLAP-H explica 11,5% ( $R^2$ ) (Figura 7A) da variação da força relativa da mão dominante e 10,2% ( $R^2$ ) (Figura 7B) da força relativa da mão não dominante. A variação do RCLAP-P explica 5,7% ( $R^2$ ) (Figura 8A) da variação da força relativa da mão dominante e 4,8 % ( $R^2$ ) (Figura 8B) da força relativa da mão não dominante. Para todos esses índices de adiposidade, o maior impacto foi verificado na mão dominante, o qual é negativo.



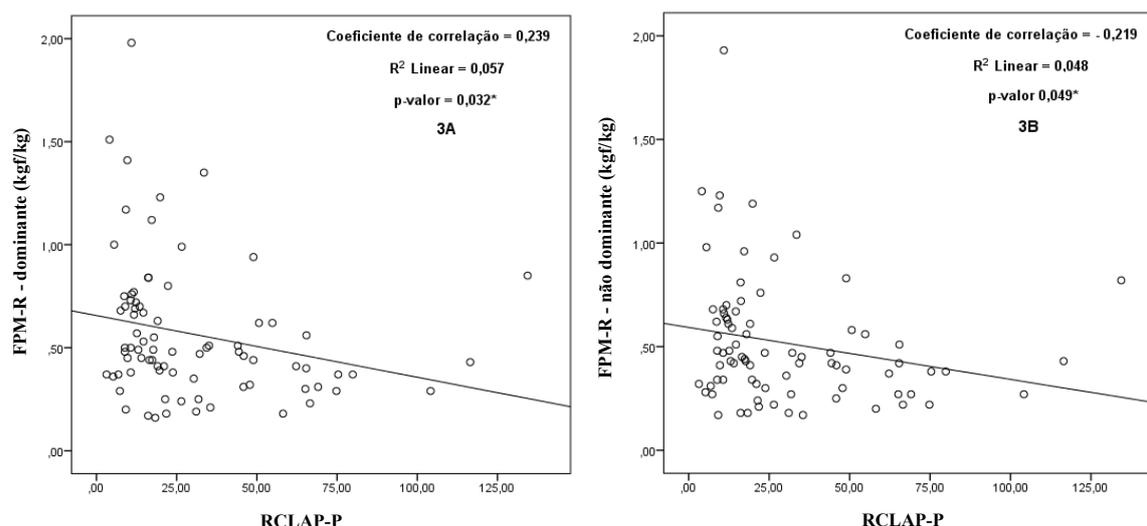
**Figura 6** - Análise do coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação ( $R^2$  linear) entre produto de acumulação lipídica infantil (CLAP) e força de prensão manual relativa (FPM-R) da mão dominante (6A) e não dominante (6B).

Nota: \*indica correlação significativa pelo teste de Pearson para  $p$ -valor  $\leq 0,050$ .



**Figura 7** - Análise do coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação ( $R^2$  linear) entre produto relativo de acúmulo de lipídios por altura (RCLAP-H) e força de prensão manual relativa (FPM-R) da mão dominante (7A) e não dominante (7B).

Nota: \*indica correlação significativa pelo teste de Pearson para  $p$ -valor  $\leq 0,050$ .



**Figura 8** - Análise do coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação ( $R^2$  linear) entre produto relativo de acúmulo de lipídios por peso (RCLAP-P) e força de prensão manual relativa (FPM-R) da mão dominante (8A) e não dominante (8B).

Nota: \*indica correlação significativa pelo teste de Pearson para  $p$ -valor  $\leq 0,050$ .

Foi realizada regressão linear múltipla para analisar o efeito conjunto dos índices de adiposidade sobre a FPM-R (Tabela 2). Os índices de adiposidade CLAP, RCLAP-H e RCLAP-P, em conjunto, apresentaram efeito significativo do modelo e explicam 26,1% ( $R^2$ ) da variação da FPM-R da mão dominante. Porém de forma independente, somente o CLAP e RCLAP-P apresentaram efeito significativo. Ademais, diferente do observado na análise de correlação, o coeficiente de regressão (B) da análise de regressão indica que o aumento do RCLAP-H e RCLAP-P estão relacionados com o aumento da FPM-R da mão dominante. Em conjunto, os índices de adiposidade CLAP, RCLAP-H e RCLAP-P também apresentaram efeito

significativo sobre a FPM-R da mão não dominante e a variação destes índices explicam 24,3% ( $R^2$ ) da variação da força. Na análise isolada dessas variáveis independentes, apenas o RCLAP-P apresentou efeito significativo sobre a FPM-R da mão não dominante. Semelhante ao observado na mão dominante, apenas o CLAP manteve o relacionamento inverso observado na correlação.

**Tabela 2** – Dados da regressão logística para analisar o efeito das variáveis independentes sobre a força de preensão manual relativa (FPM-R) dos participantes.

Variáveis		B	IC 95% (B)		p-valor*	Modelo	
Dependente	Independente		LI	LS		p-valor**	R <sup>2</sup>
FPM-R - dominante (kgf/kg)	(Constante)	0,620	0,521	0,720	<0,001*		
	CLAP	-0,055	-0,106	-0,003	0,037*	<0,001**	0,261
	RCLAP-H	0,049	-0,046	0,143	0,306		
	RCLAP-P	0,011	0,002	0,021	0,022*		
<hr/>							
FPM-R - não dominante (kgf/kg)	(Constante)	0,561	0,469	0,653	<0,001*		
	CLAP	-0,045	-0,093	0,002	0,059	<0,001**	0,243
	RCLAP-H	0,037	-0,05	0,124	0,400		
	RCLAP-P	0,011	0,002	0,019	0,019*		
<hr/>							

CLAP= produto de acumulação lipídica infantil. RCLAP-H= produto relativo de acúmulo de lipídios por altura. RCLAP-P= produto relativo de acúmulo de lipídios por peso. FPM-R= força de preensão manual relativa. B= coeficiente de regressão. IC 95% = Intervalo de Confiança de 95%. LI = Limite inferior. LS = Limite superior. R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação.

Nota: \* indica efeito significativo para variável independente para p-valor <0,050. \*\* indica efeito significativo do modelo para p-valor <0,050.



## **5. DISCUSSÃO**



---

## 5. DISCUSSÃO

Neste estudo foi analisada a influência de índices de adiposidade e gordura corporal sobre a FPM de crianças e adolescentes com DM1 e seus resultados indicam que os índices de adiposidade CLAP, RCLAP-H e RCLAP-P influenciam significativamente a FPM-R em cerca de 26% e 24% nas mãos dominante e não dominante, respectivamente. Os demais índices de adiposidade e as variáveis de gordura corporal empregadas neste estudo não influenciaram a FPM-R, assim como nenhuma das variáveis de adiposidade e de gordura corporal sobre a FPM-A.

No estudo da correlação os índices de adiposidade CLAP, RCLAP-H e RCLAP-P apresentaram relacionamento inverso significativo com a FPM-R em ambos os lados, porém nenhuma das variáveis de adiposidade e de gordura corporal foi correlacionada significativamente com a FPM-A. Esses achados têm semelhanças com os de Bell *et al.* (2021) e Petterson-Pablo; Nilsson; Hurtig-Wennlöf (2023) que relataram associações negativas entre características aterogênicas e FPM-R. Embora não sejam numerosos os artigos publicados com estudo da relação entre FPM e parâmetros aterogênicos, os existentes são convergentes nos resultados.

De fato, acredita-se que a FPM-A represente melhor a força muscular geral, enquanto a relativa possa ser melhor preditor de resultados adversos para a saúde (Hong *et al.*, 2022), embora as diferenças entre ambas precisem de maiores esclarecimentos (Petterson-Pablo; Nilsson; Hurtig-Wennlöf, 2023a).

A ausência de correlação significativa entre as variáveis de gordura corporal empregadas nesse estudo e FPM absoluta e relativa corroboram dados da literatura que apontam que FPM é dependente da quantidade de massa corporal e de massa magra, independente do percentual de gordura corporal (Franchini; Schwartz; Takito, 2018; Canda, 2021), e em especial da massa magra do braço (Moncada-Jiménez *et al.*, 2023). Entretanto, pesquisas que avaliam esta associação apresentam resultados diversos. Tavares Junior *et al.* (2023) ao investigarem a correlação entre FPM absoluta e relativa com a porcentagem de gordura corporal em judocas jovens (média de idade de 17 anos) verificaram correlações negativas significativas apenas em judocas femininas, mas não entre os do sexo masculino. Quando Manzano-Carrasco *et al.* (2023) relacionaram a FPM com o índice de massa corporal (IMC), essa foi positiva em crianças e adolescentes de ambos os sexos e com diferentes parâmetros de aptidão física, e os participantes com excesso de peso, especialmente os meninos com obesidade, apresentaram FPM significativamente maior do que aqueles com peso normal. De encontro a esses resultados, revisão sistemática verificou que a FPM é maior em crianças e adolescentes com sobrepeso ou

---

---

obesidade do que nos eutróficos, principalmente no sexo masculino (Alaniz-Arcos *et al.*, 2023). Porém, de modo contrário, no estudo de Cossio-Balaños *et al.* (2020) com crianças e adolescentes, os participantes classificados com peso normal apresentaram FPM-R significativamente maior do que seus pares obesos.

Curiosamente, no estudo de Sutandyo *et al.* (2023) nenhuma diferença na FPM foi observada entre pacientes com e sem caquexia da Indonésia, enquanto Xei *et al.* (2022) mostraram que homens e mulheres com desnutrição apresentavam FPM significativamente mais baixa.

Correlação positiva entre gordura corporal e FPM foi observada por A *et al.* (2023) em estudo com mulheres hipotireoideas, enquanto que Wen *et al.* (2023) observaram que a FPM se associou negativamente com o índice de massa gorda quando analisaram dados de 14.741 homens e mulheres dos Estados Unidos da América, de 6 a 80 anos de idade, que responderam à Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição (NHANES). Cossio-Balaños *et al.* (2020) também encontraram associação negativa entre FPM-R e gordura corporal entre crianças e adolescentes chilenas. Ryu *et al.* (2023), em acompanhamento longitudinal de pacientes adultos e idosos com doença renal crônica clinicamente estáveis, investigaram a associação do IC com a FPM e observaram correlação negativa entre tais medidas.

Esses dados contraditórios podem ser entendidos sob a ótica do pressuposto que a FPM varia com a idade, antropometria, nutrição, atividade física e medidas de composição corporal (Wen *et al.*, 2023), visto que os diversos trabalhos aqui discutidos apresentam essas variáveis diversificadas ou não incluídas na análise.

Embora não esteja exatamente em consonância com o propósito de nosso estudo, consideramos adequado citar que a FPM já foi analisada sob o aspecto do diabetes num estudo observacional em adultos e idosos japoneses (Suda *et al.*, 2021) que examinou a relação entre FPM e diabetes. Foi observado que houve mais casos não DM e menos casos de DM com o aumento da FPM o qual foi associado à diminuição na chance de ter pré diabetes ou DM, após ajuste para idade, de massa livre de gordura (MLG) e efeito de interação de MLG e sexo.

Há tempos a FPM tem sido considerada marcador de força geral de todo o corpo (Wind *et al.*, 2010). As características de facilidade de uso e não invasividade dessa medida a tornam vantajosa como ferramenta de triagem e diagnóstico, no entanto, tem sido estudada prevalentemente em populações adultas e idosas. Mais recentemente pesquisas têm analisado essa medida em populações mais jovens, como estudo em suecos com idade entre 18 a 26 anos (Petterson-Pablo; Nilsson; Hurtig-Wennlöf, 2023a), crianças e adolescentes da Espanha (Manzano-Carrasco *et al.*, 2023) e do Chile (Cossio-Balaños *et al.*, 2020) e jovens judocas

---

brasileiros com média de 17 anos de idade (Tavares Junior *et al.*, 2023). Até onde investigamos, nosso estudo é pioneiro em estudar a FPM em crianças e adolescentes brasileiros com diabetes ou outra doença crônica. Considerando que Moncada-Jiménez *et al.* (2023) destacam o potencial da FPM como preditor eficaz e universal da força da parte superior do corpo e dos resultados de saúde correspondentes em adultos mais velhos, torna-se premente estudos desta medida em populações com idade mais tenra.

Uma limitação do nosso estudo é que não empregamos a variável estágio puberal dos participantes nas análises realizadas, fator que poderia ampliar nossas reflexões visto que este determina mudanças expressivas que influenciam a distribuição de gordura corporal e índices de adiposidade. Além disso, o desenho do estudo transversal não permite inferências de causalidade com relação às associações encontradas.

---

## **6. CONCLUSÃO**

---

## 6. CONCLUSÃO

Nossos resultados indicam que alguns índices de adiposidade influenciam significativamente a FPM-R em torno de 25% em ambos dos lados, mas não influencia a FPM-A. Tal influência não foi observada em relação às variáveis de gordura corporal sobre a FPM absoluta e relativa.

Nossas descobertas apoiam a preferência pela FPM-R em estudos epidemiológicos e prática clínica sobre o papel da FPM em contextos de adiposidade e gordura corporal de crianças e adolescentes com DM1.

---

**REFERÊNCIAS**

---

---

---

## REFERÊNCIAS

- ALANIZ-ARCOS, J.L. *et al.* Differences in the absolute muscle strength and power of children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review. *BMC Pediatr.*, v. 23, n. 474, 2023. doi: <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04290-w>.
- AMATO, M.C. *et al.* Visceral Adiposity Index (VAI) Is Predictive of an Altered Adipokine Profile in Patients with type 2 Diabetes. *PLOS ONE*, v. 9, n. 3, e91969, p. 1-9, 2014. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091969>.
- A, P. *et al.* Examining Body Fat Percentage, Galvanic Skin Response, and Muscle Grip Strength in Female Hypothyroid Patients. *Cureus*, v. 15, n. 7, p. e42023, 2023. doi: [10.7759/cureus.42023](https://doi.org/10.7759/cureus.42023).
- ARTERO, E.G. *et al.* Effects of Muscular Strength on Cardiovascular Risk Factors and Prognosis. *J Cardiopulm Rehabil Prev.*, v. 32, n. 6, p. 351–358, 2012. doi: [10.1097/HCR.0b013e3182642688](https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3182642688).
- BATISTA, M.B. *et al.* Validity of field tests to estimate cardiorespiratory fitness in children and adolescents: a systematic review. *Rev Paul Pediatr*, v. 35, n. 2, p. 222-233, 2017. doi: [10.1590/1984-0462/2017;35;2;00002](https://doi.org/10.1590/1984-0462/2017;35;2;00002).
- BELL, J.A. *et al.* Body muscle gain and markers of cardiovascular disease susceptibility in young adulthood: a cohort study. *PLoS Med*, v. 18, n. 9, 2021. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.09.20149872>.
- BOHANNON, R.W. *et al.* Handgrip Strength: A Population-Based Study of Norms and Age Trajectories for 3- to 17-Year-Olds. *Pediatric Physical Therapy*, v. 29, n. 2, p. 118–123, 2017. doi: [10.1097/PEP.0000000000000366](https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000366).
- BOHANNON, R.W. Muscle strength: clinical and prognostic value of handgrip dynamometry. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 18, n. 5, p. 465-70, 2015.
- BOZORGMANESH, M. *et al.* CVD-predictive performances of “a body shape index” versus simple anthropometric measures: Tehran lipid and glucose study. *Eur. J. Nutr.*, v. 55, p. 47–157, 2016.
- BUSUTIL, R. *et al.* The impact of obesity on health-related quality of life in Spain. *Health Qual. Life Outcomes*, v. 15, p. 460-411, 2017. doi: [10.1186/s12955-017-0773-y](https://doi.org/10.1186/s12955-017-0773-y).
- CANDA, A.S. Muscle Mass Index Estimated by Anthropometry vs Bioelectrical Impedance: Study in Athletes Competing by Weight Categories. *Apunt. Sports Med.*, v. 56, p. 100360, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2021.100360>.
- CHARRON, M.J. *et al.* A glucose transport protein expressed predominately in insulin-responsive tissues. *Proc Natl Acad Sci U S A*, v. 86, n. 8, p. 2535–9, 1989. doi: [10.1073/pnas.86.8.2535](https://doi.org/10.1073/pnas.86.8.2535).
- 
-

- 
- CHAUVEAU, M.A.; KAUFMANN, M. Experiences pour la détermination du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire des muscles en repos et en travail. **C R Acad Sci.**, v. 104, p. 1126–32, 1887.
- CHRIST-ROBERTS, C.Y. *et al.* Exercise training increases glycogen synthase activity and GLUT4 expression but not insulin signaling in overweight nondiabetic and type 2 diabetic subjects. **Metabolism**, v. 53, n. 9, p. 1233–42, 2004. doi: 10.1016/j.metabol.2004.03.022.
- CHRISTOPHE, J.; MAYER, J. Effect of exercise on glucose uptake in rats and men. **J Appl Physiol.**, v. 13, n. 2, p. 269–72, 1958. doi: 10.1152/jappl.1958.13.2.269.
- CONWAY, B. *et al.* Temporal patterns in overweight and obesity in type 1 diabetes. **Diabet Med.**, v. 27, n. 4, p. 398–404, 2010. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.02956.x.
- COSSIO-BOLAÑOS, M. *et al.* Muscle strength and body fat percentage in children and adolescents from the Maule region, Chile. **Arch Argent Pediatr.**, v. 118, n. 5, p. 320-326, 2020. doi: 10.5546/aap.2020.eng.320.
- DE OLIVEIRA, R.G.; GUEDES, D.P. Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. **BMC Pediatrics**, v. 18, n. 33, p. 2-9, 2018.
- DONG, Q. *et al.* Metabolic Signatures Elucidate the Effect of Body Mass Index on Type 2 Diabetes. **Metabolites**, v. 13, n. 2, p. 1-21, 2023. doi: 10.3390/metabo13020227. PMID: 36837846; PMCID: PMC9965667.
- DUBOSE, S.N. *et al.* Type 1 diabetes exchange clinic network and diabetes prospective follow-up registry. Obesity in youth with type 1 diabetes in Germany, Austria, and the United States. **J Pediatr.**, v. 167, n. 3, p. 627-632, 2015. doi: 10.1016/j.jpeds.2015.05.046.
- DUNGER, D.; AHMED, L.; ONG, K. Growth and body composition in type 1 diabetes mellitus. **Horm Res.**, v. 58 (Suppl 1), p. 66-71, 2002. doi: 10.1159/000064762.
- ELAMIN, A.; HUSSEIN, O.; TUVEMO, T. Growth, puberty, and final height in children with type 1 diabetes. **J Diabetes Complications**, v. 20, n. 4, p. 252-256, 2006. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2005.07.001.
- FRANCHINI, E.; SCHWARTZ, J.; TAKITO, M.Y. Maximal Isometric Handgrip Strength: Comparison between Weight Categories and Classificatory Table for Adult Judo Athletes. **J. Exerc. Rehabil.**, v. 14, p. 968-973, 2018. doi: 10.12965/jer.1836396.198.
- FRØSIG, C. *et al.* Effects of endurance exercise training on insulin signaling in human skeletal muscle: interactions at the level of phosphatidylinositol 3-kinase, Akt, and AS160. **Diabetes**, v. 56, n. 8, p. 2093-2102, 2007. doi: 10.2337/db06-1698.
- GARCIA-VICENCIO, S. *et al.* The bigger, the stronger? Insights from muscle architecture and nervous characteristics in obese adolescent girls. **Int. J. Obes.**, v. 40, n. 2, p. 245-251, 2016. doi: 10.1038/ijo.2015.158.
- GIBSON, R.S. **Principles of nutritional assessment**. 2<sup>o</sup> Edition, Oxford University Press, 2005.
-

---

---

GREEN, A. *et al.* Type 1 diabetes in 2017: global estimates of incident and prevalent cases in children and adults. **Diabetologia**, v. 64, n. 12, p. 2741-2750, 2021.

HAGENFELDT, L.; WAHREN, J. Human forearm muscle metabolism during exercise. VI. Substrate utilization in prolonged fasting. **Scand J Clin Lab Invest.**, v. 27, n. 4, p. 299-306, 1971. doi: 10.3109/00365517109080222.

HONG, S. *et al.* Association of Absolute and Relative Handgrip Strength with Prevalent Metabolic Syndrome in Adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2014–2018. **Int J Environ Res Public Health**, v. 19, n. 19, p. 12585, 2022. doi: 10.3390/ijerph191912585.

HOUTKOOOPER, L.B. *et al.* Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. **Am J Clin Nutr.**, v. 64 (Suppl 3), p. 436S–448S, 1996. doi: 10.1093/ajcn/64.3.436S.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**, 10th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2021.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Atlas Reports - Type 1 diabetes numbers in children and adults**. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2022.

JENSEN, T.E. *et al.* AMPK alpha1 activation is required for stimulation of glucose uptake by twitch contraction, but not by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, in mouse skeletal muscle. **PLoS One**, v. 3, n. 5, e2102, 2008. doi: 10.1371/journal.pone.0002102.

KAHN, H.S. The "lipid accumulation product" performs better than the body mass index for recognizing cardiovascular risk: a population-based comparison. **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 5, n. 26, p. 1-10, 2005.

KIM, K.K.; LEE, K.R.; HWANG, I.C. Association between handgrip strength and cardiovascular risk factors among Korean adolescents. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 33, n. 9, p. 1213–1217, 2020. doi: 10.1515/jpem-2020-0167.

KLUPA, T. Metformin in type 1 diabetes mellitus? Revisiting treatment dogmas in diabetes. **Pol Arch Med Wewn**, v. 126, n. 7–8, p. 461–462, 2016. doi: 10.20452/pamw.3533.

KYLE, U.G. *et al.* Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years. **Nutrition**, v. 17, n. 3, p. 248–253, 2001. doi: 10.1016/s0899-9007(00)00553-0.

LEONE, A. *et al.* Evaluation of Different Adiposity Indices and Association with Metabolic Syndrome Risk in Obese Children: Is there a Winner? **Int. J. Mol. Sci.**, v. 21, n. 11, p. 1-14, 2020.

LIBMAN, I.M. *et al.* Changing prevalence of overweight children and adolescents at onset of insulin-treated diabetes. **Diabetes Care**, v. 26, n. 10, p. 2871–2875, 2003. doi: 10.2337/diacare.26.10.2871.

---

---

---

LIU, L.L. *et al.* Prevalence of overweight and obesity in youth with diabetes in USA: the SEARCH for Diabetes in Youth study. **Pediatr Diabetes**, v. 11, n. 1, p. 4-11, 2010. doi: 10.1111/j.1399-5448.2009.00519.x.

LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Abridged Edition, 1988.

LUCIANO, E. *et al.* Endurance training improves responsiveness to insulin and modulates insulin signal transduction through the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt-1 pathway. **Eur J Endocrinol.**, v. 147, n. 1, p. 149-157, 2002. doi: 10.1530/eje.0.1470149.

LUNA, R. *et al.* The role of diabetes duration, puberal development and metabolic control in growth in children with type 1 diabetes mellitus. **J Pediatr Endocrinol Metab.** v. 18, n. 12, p. 1425-1431, 2005. doi: 10.1515/jpem.2005.18.12.1425.

MAMELI, C. *et al.* The association between a body shape index and cardiovascular risk in overweight and obese children and adolescents. **PLoS ONE**, v. 13, n. 1, e0190426, 2018.

MANZANO-CARRASCO, S. *et al.* Relationships of BMI, muscle-to-fat ratio, and handgrip strength-to-BMI ratio to physical fitness in Spanish children and adolescents. **Eur J Pediatr.**, v. 182, n. 5, p. 2345-2357, 2023. doi: 10.1007/s00431-023-04887-4.

MARÇAL, D.F.S. *et al.* Efeitos do exercício físico sobre diabetes mellitus tipo 1: Uma revisão sistemática de ensaios clínicos e randomizados. **J. Phys. Educ.**, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2018. doi: 10.4025/jphyseduc.v29i1.2917.

MARTINEZ, R.G. *et al.* Talla final em diabéticos tipo 1 diagnosticados em la edad pediátrica. **An Pediatr.**, v. 70, n. 3, p. 235-240, 2009. doi: 10.1016/j.anpedi.2008.11.006.

MENDES, J.; AZEVEDO, A.; AMARAL, T. F. Força de preensão da mão: quantificação, determinantes e utilidade clínica. **Arquivos de Medicina**, v. 27, n. 3, p. 115-120, 2013.

MERRY, T.L. *et al.* Local hindlimb antioxidant infusion does not affect muscle glucose uptake during in situ contractions in rat. **J Appl Physiol.**, v. 108, n. 5, p. 1275-83, 2010. doi: 10.1152/jappphysiol.01335.2009.

MERRY, T.L. *et al.* N-Acetylcysteine infusion does not affect glucose disposal during prolonged moderate-intensity exercise in humans. **J Physiol.**, v. 588, n. 9, p. 1623-1634. 2010a. doi: 10.1113/jphysiol.2009.184333.

MERRY, T.L.; MCCONELL, G.K. Do Reactive Oxygen Species Regulate Skeletal Muscle Glucose Uptake During Contraction? **Exerc Sport Sci Rev.**, v. 40, n. 2, p. 102-105, 2012. doi: 10.1097/JES.0b013e318245837b.

MONCADA-JIMÉNEZ J. *et al.* Exploring Handgrip Strength as a Cross-cultural Correlate of Body Composition and Upper Body Strength in Older Adults from Costa Rica and Kansas. **J Cross Cult Gerontol.**, v. 38, n. 3, p. 223-244, 2023. doi: 10.1007/s10823-023-09481-7.

---

---

MUOIO, D.M.; NEWGARD, C.B. Obesity-related derangements in metabolic regulation. **Annu. Rev. Biochem**, v. 75, p. 367-401, 2006. doi: 10.1146/annurev.biochem.75.103004.142512.

O’GORMAN, D.J. *et al.* Exercise training increases insulin-stimulated glucose disposal and GLUT4 (SLC2A4) protein content in patients with type 2 diabetes. **Diabetologia**, v. 49, n 12, p. 2983–2992, 2006. doi: 10.1007/s00125-006-0457-3.

ONIS, M. *et al.* Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 09, p. 660–667, 2007. doi: 10.2471/blt.07.043497.

PAN, L. *et al.* Dose-response relationship between Chinese visceral adiposity index and type 2 diabetes mellitus among middle-aged and elderly Chinese. **Front Endocrinol (Lausanne)**, v. 5, n. 13, 13:959860, 2022. doi: 10.3389/fendo.2022.959860.

PETERSON, C.M. *et al.* Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. **JAMA Pediatrics**, v. 171, p. 629–636, 2017.

PETTERSSON-PABLO, P.; NILSSON, T.K.; HURTIG-WENNLÖF, A. Relative handgrip strength correlates inversely with increased body fat, inflammatory markers and increased serum lipids in young, healthy adults - The LBA study. **Diabetes Res Clin Pract.**, v. 15, n. 207, p. 111057, 2023. doi: 10.1016/j.diabres.2023.111057.

PETTERSSON-PABLO, P.; NILSSON, T.K.; HURTIG-WENNLÖF, A. Handgrip strength reference intervals in Swedish, young, healthy adults: The LBA study. **Nutrition**, v. 105, n. 111867, 2023a. doi: 10.1016/j.nut.2022.111867.

PAULI, J.R. *et al.* Effects of Physical Exercise in the Ampk $\alpha$  Expression and Activity in High-fat Diet Induced Obese Rats. **Rev Bras Med do Esporte**, v. 15, n. 2, p. 98–103, 2009. doi: 10.1590/S1517-86922009000200003.

PAULINO, M.F.V.M. *et al.* Crescimento e composição corporal de uma coorte de crianças e adolescentes com diabetes tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 57, n. 8, p. 623–631, 2013. doi: 10.1590/S0004-27302013000800007.

PEREIRA, R.M. *et al.* Molecular mechanisms of glucose uptake in skeletal muscle at rest and in response to exercise. **Motriz: rev. educ. fis.**, v. 23 (spe), p. 1-8, 2017.

POLSKY, S.; ELLIS, S.L. Obesity, insulin resistance, and type 1 diabetes mellitus. **Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.**, v. 22, n. 4, p. 277–282, 2015. doi: 10.1097/MED.000000000000170.

PRADO, C.M.M. *et al.* Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. **Lancet Oncol.**, v. 9, n. 7, p. 629-635, 2008. doi: 10.1016/S1470-2045(08)70153-0

---

---

PURNELL, J.Q.; ZINMAN, B.; BRUNZELL, J.D. DCCT/EDIC Research Group. The effect of excess weight gain with intensive diabetes mellitus treatment on cardiovascular disease risk factors and atherosclerosis in type 1 diabetes mellitus results from the Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Study (DCCT/EDIC) **Study. Circulation.**, v. 127, n. 2, p. 180–187, 2013. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.077487.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R. *et al.* Tri-Ponderal Mass Index vs. Fat Mass/Height<sup>3</sup> as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian Children and Young People. **Nutrients**, v. 10, n. 4, p. 412-426, 2018.

REID, M.B. Free radicals and muscle fatigue: Of ROS, canaries, and the IOC. **Free Radic Biol Med.**, v. 44, n. 2, p. 169–79, 2008. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.002.

RODAKCI, M. *et al.* **Classificação do diabetes.** Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2022). doi: 10.29327/557753.2022-1, ISBN: 978-65-5941-622-6.

RYU, K. *et al.* Central obesity as assessed by conicity index and a-body shape index associates with cardiovascular risk factors and mortality in kidney failure patients. **Front Nutr.**, v. 10, n. 1035343, 2023. doi: 10.3389/fnut.2023.1035343.

SCHAFFER J. Lipotoxicidade: quando os tecidos comem demais. **Curr Opin Lipidol.**, v. 14, p. 281-287, 2003.

SUDA, N. *et al.* Observational study: handgrip strength, body composition and diabetes mellitus. **BMC Res Notes.**, v. 14, n. 1, p. 332, 2021. doi: 10.1186/s13104-021-05731-4.

SUTANDYO, N. *et al.* Association of Body Composition and Handgrip Strength with Interleukin-6 (IL-6) and Vitamin D Level in Cancer Patients. **Int J Gen Med.**, v. 23, n. 16, p. 1995-2001, 2023. doi: 10.2147/IJGM.S388457.

TAVARES JUNIOR, A.C. *et al.* Correlation of the Handgrip Strength and Body Composition Parameters in Young Judokas. **Int J Environ Res Public Health**, v. 20, n. 3, p. 2707, 2023. doi: 10.3390/ijerph20032707.

TEE, J.Y.H.; GAN, W.Y.; LIM, P.Y. Comparisons of body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio and a body shape index (ABSI) in predicting high blood pressure among Malaysian adolescents: A cross-sectional study. **BMJ Open**, v. 10, n. 1, e032874, 2020. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032874.

TEASDALE, N. *et al.* Obesity alters balance and movement control. **Curr. Obes. Rep.**, v. 2, p. 235-240, 2013. doi: 10.1007/s13679-013-0057-8.

TALLIS, J. *et al.* The effect of obesity on the contractile performance of isolated mouse soleus, EDL, and diaphragm muscles. **J. Appl. Physiol.**, v.122, n. 1, p. 170-181, 2017. doi: 10.1152/jappphysiol.00836.2016.

TUOMILEHTO, J. *et al.* Epidemiology of childhood type 1 diabetes. **Pediatr Endocrinol Rev.**, v. 17 (Suppl 1), p. 198-209, 2020. doi: 10.17458/per.vol17.2020.tol.epidemiologychildtype1diabetes.

---

---

VALDEZ, R. A simple model-based index of abdominal adiposity. **J Clin Epidemiol.**, v. 44, n. 9, p. 955-6, 1991.

VANDONI, M. *et al.* “Fitness and Fatness” in Children and Adolescents: An Italian Cross-Sectional Study. **Children**, v. 8, n. 9, p. 762, 2021. doi: 10.3390/children8090762.

WEN, Z. *et al.* Handgrip Strength and Muscle Quality: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey Database. **J. Clin. Med.**, v. 12, n. 3124, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm12093184>.

WIND, A.E. *et al.* Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? **Eur J Pediatr.**, v. 169, n. 3, p. 281-287, 2010. doi: 10.1007/s00431-009-1010-4.

WITCZAK, C.A. *et al.* Ca<sup>2+</sup>/calmodulin-dependent protein kinase kinase-alpha regulates skeletal muscle glucose uptake independent of AMP-activated protein kinase and Akt activation. **Diabetes**, v. 56, n. 5, p. 1403–1409, 2007. doi: 10.2337/db06-1230.

XIE, L. *et al.* Malnutrition in Relation to Muscle Mass, Muscle Quality, and Muscle Strength in Hospitalized Older Adults. **J. Am. Med. Dir. Assoc.**, v. 23, p. 722-728, 2022. Doi: 10.1016/j.jamda.2021.11.025.

ZAQOUT, M. *et al.* Influence of physical fitness on cardio-metabolic risk factors in European children. The IDEFICS study. **International Journal of Obesity**, v. 40, n. 7, p. 1119–1125, 2016. doi: 10.1038/ijo.2016.22.

ZHANG, Y. *et al.* Um novo indicador de produto de acúmulo de lipídios associado à síndrome metabólica em crianças e adolescentes chineses. **Diabetes Metab Syndr Obes.**, v. 12, p. 2075-2083, 2019. doi: 10.2147/dms0.S221786

ZHANG, L. *et al.* Relative Children’s Lipid Accumulation Product Is a Novel Indicator for Metabolic Syndrome. **Front. Endocrinol.**, v. 12, n. 645825, 2021. doi: 10.3389/fendo.2021.645825.

---



Anexo A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UNIMAR.

	<p>UNIMAR - UNIVERSIDADE DE MARÍLIA - FACULDADE DE MEDICINA DE ENFERMAGEM</p>	
<p><b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b></p>		
<p><b>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</b></p>		
<p><b>Título da Pesquisa:</b> INFLUÊNCIA DA MASSA MUSCULAR E DA FORÇA SOBRE ASPECTOS BIOQUÍMICOS DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO</p>		
<p><b>Pesquisador:</b> Eduardo Federighi Baisi Chagas</p>		
<p><b>Área Temática:</b></p>		
<p><b>Versão:</b> 1</p>		
<p><b>CAAE:</b> 34284720.3.0000.5496</p>		
<p><b>Instituição Proponente:</b> Associação de Ensino de Marília</p>		
<p><b>Patrocinador Principal:</b> Financiamento Próprio</p>		
<p><b>DADOS DO PARECER</b></p>		
<p><b>Número do Parecer:</b> 4.125.920</p>		
<p><b>Apresentação do Projeto:</b></p>		
<p>Trata-se de um estudo observacional transversal de seguimento retrospectivo e prospectivo. Os dados dos pacientes serão obtidos por meio de acesso ao prontuário clínico arquivado no banco de dados do Ambulatório Médico de Especialidades da Universidade de Marília. Serão obtidas informações sobre o histórico clínico do paciente (idade, sexo, tempo de diagnóstico, estratégia terapêutica, histórico de doenças e complicações),</p>		
<p>força de preensão manual, composição corporal, creatinina, perfil lipídico, glicemia de jejum e hemoglobina glicada (HbA1c). A força de preensão manual será obtida por dinamometria. A composição corporal consiste nas medidas antropométricas de massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas, como também pelo exame de bioimpedância, para estimativas do massa magra, percentual de gordura e massa muscular. Os exames bioquímicos utilizados na rotina clínica dos pacientes consistem em: hemograma; glicemia de jejum (GLj), hemoglobina glicada (HbA1c), colesterol total (CT), LDL-colesterol (LDL), HDL-colesterol (HDL), triglicerídeo (TG), VLDL-colesterol (VLDL) e creatinina.</p>		
<p><b>Objetivo da Pesquisa:</b></p>		
<p>Analisar a relação entre força muscular e massa muscular com os parâmetros bioquímicos de glicemia e perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1.</p>		
<p>Objetivo Secundário: Analisar a influencia da idade, sexo e tempo de diagnóstico na relação da</p>		
<p>Endereço: Av. Higino Muzzy Filho nº 1001 Bloco - IX - Sala- 935          Bairro: Campus Universitário CEP: 17.525-902          UF: SP Município: MARILIA          Telefone: (14)2105-4001 E-mail: cep@unimar.br</p>		
<p>Página 01 de 03</p>		



UNIMAR - UNIVERSIDADE DE  
MARÍLIA - FACULDADE DE  
MEDICINA DE ENFERMAGEM



Continuação do Parecer: 4.125.920

massa muscular com os parâmetros bioquímicos de glicemia e perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

As medidas antropométricas e a avaliação da composição corporal não causam dor e representam baixo risco. Porém podem causar desconforto e constrangimento durante as medidas, que são minimizados realizando as coletas em ambiente reservado evitando a exposição do paciente. A rotina de avaliação oferece baixo risco, porém as coletas de sangue causam dor, desconforto e risco de contaminação que são minimizados por procedimentos técnicos apropriados e padronizados.

**Benefícios:**

As medidas antropométricas e avaliação da composição corporal contribuem para o monitoramento do desenvolvimento físico e diagnóstico da obesidade e sarcopenia, o que possibilita a adoção de intervenções adequadas. Embora as medidas bioquímicas produzam desconforto, dor e risco de contaminação estas são importantes para o acompanhamento clínico do paciente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante e executável.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

de acordo com as normas e exigências.

**Recomendações:**

Esse projeto foi considerado APROVADO, com base nas normas éticas da Resolução CNS 466/12. Ao término da pesquisa o CEP-UNIMAR exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

No caso de alterações de autores, cronograma ou outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final.

Endereço: Av. Higino Muzzy Filho nº 1001 Bloco - IX - Sala- 935

Bairro: Campus Universitário

CEP: 17.525-902

UF: SP Município: MARILIA

Telefone: (14)2105-4001

E-mail: cep@unimar.br



UNIMAR - UNIVERSIDADE DE  
MARÍLIA - FACULDADE DE  
MEDICINA DE ENFERMAGEM



Continuação do Parecer: 4.125.920

Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados, se pertinentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1583345.pdf	24/06/2020 23:11:10		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TALE_DM1_MJCS.docx	24/06/2020 23:10:11	Eduardo Federighi Baisi Chagas	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoMJCS.docx	24/06/2020 23:09:41	Eduardo Federighi Baisi Chagas	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_MJCS.pdf	24/06/2020 23:07:22	Eduardo Federighi Baisi Chagas	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MARÍLIA, 30 de Junho de 2020

Assinado por:  
Tereza Lais Menegucci Zutin  
(Coordenador(a))