

**DIFERENÇAS MORFOESTRUTURAIS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA E DE MARCADORES METABÓLICOS LABORATORIAIS ENTRE CRIANÇAS COM OBESIDADE E OBESIDADE GRAVE**

Gustavo Federico Jauregui<sup>1</sup>, Alexandra Maria Monteiro Grisolia<sup>2</sup>  
Ricardo Andrade Fernandes de Mello<sup>3</sup>, Luiza Chimeli-Ormonde<sup>4</sup>  
Valéria Yasmine Marinelli Vicente<sup>5</sup>, Fernanda Mussi Gazolla Januzzi<sup>6</sup>, Cecília Lacroix de Oliveira<sup>7</sup>

**RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar as diferenças morfoestruturais por ressonância magnética (RM) e metabólicas laboratoriais entre crianças com obesidade e obesidade grave. **Materiais e métodos:** Estudo observacional transversal incluindo 62 crianças com obesidade e obesidade grave, entre 6 e 14 anos, atendidas no ambulatório de obesidade infantil de uma unidade hospitalar universitária. Foram realizadas avaliações morfoestruturais por RM, incluindo volumetria hepática, medidas de gordura e ferro hepáticos e gordura muscular. Foram também obtidos dados antropométricos, clínicos e laboratoriais. Os dados foram expressos pela média  $\pm$  desvio padrão ou pela mediana e intervalo interquartil (Q1 - Q3) e comparados pelo teste t de Student para amostras independentes ou de Mann-Whitney. Os dados categóricos foram expressos pela frequência (n) e porcentagem (%) e comparados pelo teste  $\chi^2$  ou exato de Fisher. Observou-se que existe diferença significativa nas variáveis cujo o p valor  $\leq 0,05$ . **Resultados:** Crianças com obesidade grave apresentaram idade significativamente menor (p=0,012), e volume hepático (p=0,050), gordura muscular (p=0,040) e TSH (p=0,001) significativamente maiores, em relação ao grupo de crianças com obesidade. **Conclusões:** Foi demonstrada uma diferença significativa no volume hepático e na quantidade de gordura muscular pela RM, bem como níveis maiores de TSH, no grupo de crianças com obesidade grave, assim como uma idade significativamente menor neste grupo, ressaltando a importância da inclusão de indicadores auxiliares na detecção precoce de complicações metabólicas associadas à obesidade infantil.

**Palavras-chave:** Obesidade infantil. Obesidade grave. Imagem por ressonância magnética. Volumetria hepática. Mioesteatose.

1 - Médico, Departamento de Diagnóstico por Imagem, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**ABSTRACT**

Morphostructural differences by magnetic resonance imaging and laboratory metabolic markers between children with obesity and severe obesity

**Objective:** To evaluate the morphostructural differences by magnetic resonance imaging (MRI) and laboratory metabolic changes between children with obesity and severe obesity. **Materials and Methods:** Cross-sectional observational study including 62 children with obesity and severe obesity, aged between 6 and 14 years, treated at the childhood obesity outpatient clinic of a university hospital unit. Morphological and structural assessments by MRI were performed, including liver volumetry, liver fat and iron measurements, and muscle fat content. Anthropometric, clinical, and laboratory data were also obtained. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation or median and interquartile range (Q1 - Q3) and compared by Student's t-test for independent samples or Mann-Whitney. Categorical data were expressed as frequency (n) and percentage (%) and compared by the  $\chi^2$  or Fisher's exact test. Note that there is a significant difference in variables whose value is  $\leq 0.05$ . **Results:** Children with severe obesity were significantly younger (p=0.012), and had significantly higher liver volume (p=0.050), muscle fat (p=0.040) and TSH (p=0.001) compared to the group of children with obesity. **Conclusions:** A significant difference in liver volume and muscle fat content was demonstrated by MRI, as well as higher TSH levels in the group of children with severe obesity, as well as a significantly younger age in this group, highlighting the importance of including auxiliary indicators in the early detection of metabolic complications associated with childhood obesity.

**Key words:** Childhood obesity. Severe obesity. Magnetic resonance imaging. Liver volumetry. Myosteatosis.

## INTRODUÇÃO

A obesidade infantil é um crescente problema de saúde pública no Brasil e em diversos países do mundo, em função das múltiplas comorbidades cardiometabólicas e psicossociais associadas, como doença cardiovascular, hipertensão, diabetes tipo 2, dislipidemia, doença hepática gordurosa e depressão (Jebeile e colaboradores, 2022; GBD 2025; Hampl e colaboradores, 2023; Cunningham e colaboradores, 2022).

Observa-se, notadamente, aumento na prevalência de obesidade grave, com maior risco de desenvolvimento de comorbidades já na infância e adolescência, bem como persistência da obesidade e suas complicações na vida adulta (Park e colaboradores, 2024; Pinhas-Hamiel e colaboradores, 2022; Bendor e colaboradores, 2020; Kumar e Kelly, 2017; Geserick e colaboradores, 2018).

Embora o índice de massa corporal (IMC) seja o conceito definidor padrão para classificação de obesidade, não é suficiente para estabelecer e explicar a gravidade da doença e suas complicações, sendo um mau preditor da distribuição de gordura corporal em crianças, notadamente com obesidade grave (Park e colaboradores, 2024; Vanderwall e colaboradores, 2017; Freedman e colaboradores, 2017).

Nesse contexto, o uso dos exames de imagem, em especial de ressonância magnética (RM), vem se mostrando útil na avaliação das repercussões sistêmicas dessa doença. A RM é um método que permite, em um único exame, a caracterização precisa e não invasiva do volume hepático e de outros parâmetros biomarcadores, como mioestetose e quantificação de gordura e ferro hepáticos, podendo ajudar na melhor identificação dos pacientes de maior risco (Lerret e colaboradores, 2011; Martí-Aguado e colaboradores, 2022).

A volumetria e segmentação hepáticas podem ter utilidade tanto em contextos clínicos quanto de pesquisas, para diagnóstico, prognóstico e planejamentos terapêuticos, traduzindo, em parte, uma representação de sua capacidade funcional que pode ser afetada por diversos processos sistêmicos ou locais, e servindo como um biomarcador de imagem (Gotra e colaboradores, 2017; Joshi e colaboradores, 2018).

A volumetria hepática tem relação direta com o clearance farmacológico em

crianças e adolescentes, servindo como valor adjunto da reserva funcional hepática em combinação com parâmetros laboratoriais (Murry e colaboradores, 1995; Hosey-Cojocari e colaboradores, 2021).

Nos adultos, a variação do volume hepático já foi estabelecida como fator prognóstico em determinadas situações clínicas agudas e crônicas, como insuficiência hepática aguda e cirrose, e associada a maior mortalidade geral (Tong e colaboradores, 2012; Naeem e colaboradores, 2022).

Alterações na composição muscular têm sido associadas a fatores de risco para síndrome metabólica, severidade da doença hepática gordurosa, inflamação e saúde mental em crianças com obesidade (Pacífico e colaboradores, 2020; Salton e colaboradores, 2022; Yodoshi e colaboradores, 2020; Zembura e Matusik, 2022).

Há poucos estudos na literatura avaliando alterações estruturais hepáticas e musculares através de RM em crianças com obesidade (Hosey-Cojocari e colaboradores, 2021; Malpique e colaboradores, 2018).

Este estudo tem por objetivo avaliar as diferenças morfoestruturais por RM e laboratoriais metabólicas em crianças com obesidade grave e não grave.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo observacional transversal incluindo 62 crianças, 34 do sexo feminino e 28 do masculino, atendidas no ambulatório de obesidade infantil de uma unidade hospitalar universitária, sem outras doenças associadas ou intervenção terapêutica prévia para perda de peso.

Para a definição de obesidade foram utilizados os critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS) que definem os graus de obesidade de acordo com o IMC: obesidade quando o IMC é maior ou igual ao percentil 95 e obesidade grave quando o IMC é igual ou superior a 120% do percentil 95, ou IMC igual ou superior a 35 kg/m<sup>2</sup> (o que for menor). 23 crianças foram classificadas com obesidade e 39 com obesidade grave.

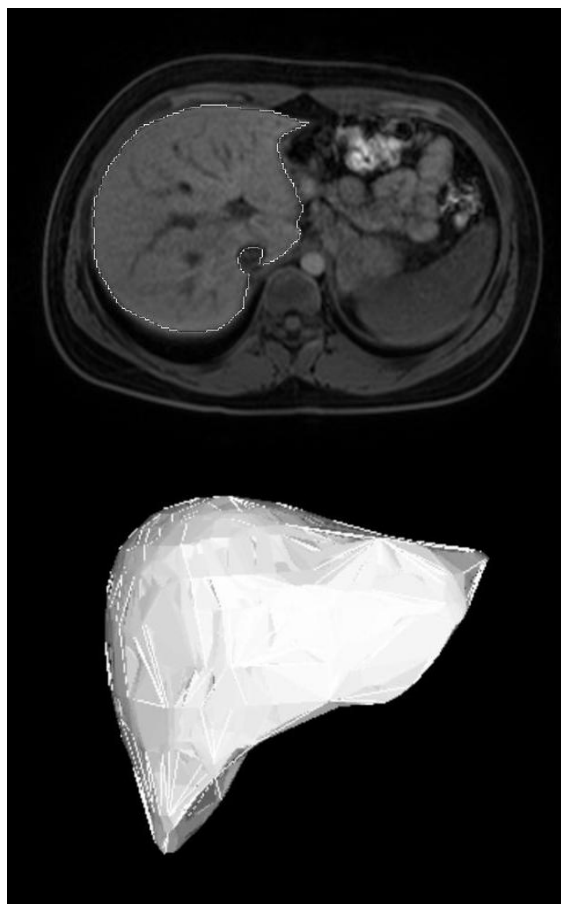
Os dados antropométricos e laboratoriais foram coletados dos prontuários eletrônicos. Os exames laboratoriais utilizados foram: glicemia de jejum, insulina, colesterol total e frações, triglicérides, TGO, TGP, ferritina, gamaGT, ureia, creatinina, T4 livre, TSH, Vit D. Foi calculado também o índice do

modelo de avaliação da homeostase da resistência à insulina (HOMA-IR).

Os exames de RM foram realizados em aparelhos de 1,5T (OPTIMA MR360, GE Healthcare, Milwaukee, WI), com o paciente na posição de decúbito dorsal, utilizando bobina de corpo, sem administração de contraste venoso ou uso de sedação. As análises e medidas de imagem foram realizadas em consenso por dois radiologistas com experiência de 1 e 15 anos em imagem abdominal.

A volumetria hepática foi feita a partir das imagens do abdome obtidas na sequência LAVA, por meio do software Horos (Horos Project / Purview, Annapolis, Maryland), utilizando a ferramenta de segmentação.

O contorno hepático foi demarcado manualmente em diversos cortes consecutivos, a cada 3 imagens, desde a borda superior do fígado até a borda inferior.



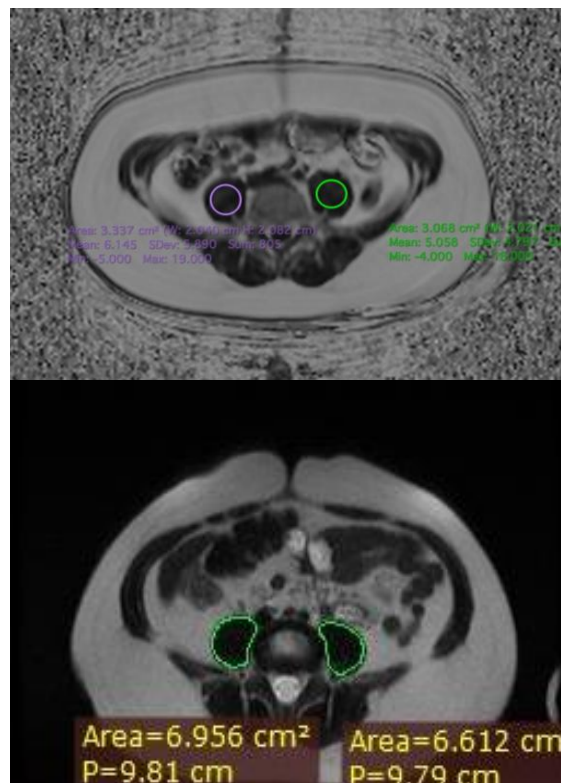
**Figura 1 - Volumetria hepática<sup>a</sup>.**

<sup>a</sup> (A) Imagem axial na sequência LAVA mostrando o delineamento do contorno

hepático (linha branca) e (B) imagem da volumetria hepática tridimensional.

A veia cava inferior intra-hepática, a veia porta extra-hepática e as fissuras maiores foram excluídas da avaliação volumétrica. O software realiza a interpolação automática entre as fatias traçadas manualmente, calculando o volume hepático em centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>) e gerando uma imagem tridimensional do órgão (figura 1).

A avaliação da gordura e ferro hepáticos foi feita com as técnicas de fração de gordura em densidade de prótons (PDFF) e R2\*, respectivamente, obtidas utilizando o valor de uma região de interesse (ROI) de 2 cm<sup>2</sup>, em pelo menos três regiões do fígado por corte, com preferência para o lobo direito, em pelo menos três planos de corte diferentes, evitando-se as estruturas vasculares e as bordas hepáticas superior e inferior, que são regiões mais sujeitas a artefatos. A média dos valores encontrada foi utilizada como referência, sendo expressa a fração de gordura em porcentagem e a carga de ferro em mg/g.



**Figura 2 - Avaliação da gordura muscular.**

<sup>a</sup> (A) Imagem axial com a escolha das regiões de interesse (círculos roxo e verde) para cálculo da mioesteatose na sequência PDFF. (B) Imagem axial para determinação da área dos

psaos (traçado verde) na sequência T2, na altura de L4-L5.

A mioesteatose foi avaliada por meio da técnica de PDFF, com cálculo da porcentagem de gordura nos ventres musculares dos psaos, utilizando o valor da região de interesse (RDI) contemplando a maior área de músculo possível, evitando-se efeitos de volume parcial com o tecido adiposo adjacente. Foi obtida ainda a medida em cm<sup>2</sup> das áreas dos músculos psaos na altura de L4-L5, na sequência T2, demarcando com ajuda do mouse o contorno dos músculos, com o cuidado de incluir a totalidade dos mesmos (figura 2).

A análise inferencial, composta pela associação dos dados clínicos, de imagem e laboratoriais com os grupos de obesidade grave e não grave, foi realizada por meio do teste t de Student para amostras independentes ou do teste de Mann-Whitney (não paramétrico). Os dados categóricos foram analisados pelo teste  $\chi^2$  ou exato de Fisher.

A normalidade na distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e análise gráfica dos histogramas. O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ). A análise estatística foi processada pelo software estatístico SPSS versão 26 (IBM, Armonk, Nova Iorque).

Algumas variáveis numéricas em estudo não apresentaram distribuição normal

(gaussiana), segundo o teste de Shapiro Wilk e análise gráfica do histograma no interior dos grupos (obesas graves versus obesas). Sendo assim, as medidas mais adequadas para organização destes dados foram feitas pelos quartis (mediana e intervalo interquartil: Q1-Q3).

Os dados foram expressos pela média  $\pm$  desvio padrão ou pela mediana e intervalo interquartil (Q1 - Q3) e comparados pelo teste t de Student para amostras independentes ou de Mann-Whitney. Os dados categóricos foram expressos pela frequência (n) e porcentagem (%) e comparados pelo teste  $\chi^2$  ou exato de Fisher.

Observou-se que existe diferença significativa nas variáveis cujo o p valor  $\leq 0,05$  (destacado em negrito).

Este estudo tem aprovação pelo comitê de ética e pesquisa da instituição a que se vinculam os autores. CAAE 51534121.3.0000.5282.

## RESULTADOS

Foram incluídas 62 crianças, sendo 28 do sexo masculino e 34 do feminino, com média de idade de  $9,3 \pm 2$  anos (entre 6 e 14 anos).

As tabelas 1 a 3 mostram a associação das variáveis clínicas, de imagem por RM e laboratoriais dos grupos de crianças com obesidade e obesidade grave.

**Tabela 1 - Variáveis clínicas.**

| Variável                 | n  | Obesidade grave | n  | Obesidade       | p valor  |
|--------------------------|----|-----------------|----|-----------------|----------|
| <b>CLÍNICAS</b>          |    |                 |    |                 |          |
| Sexo masculino           | 16 | 41,0%           | 12 | 52,2%           | 0,39     |
| Sexo feminino            | 23 | 59,0%           | 11 | 47,8%           | 0,39     |
| Idade (anos)             | 39 | $8,8 \pm 2,1$   | 23 | $10,2 \pm 1,6$  | 0,012    |
| Peso (kg)                | 39 | $66,2 \pm 19,0$ | 23 | $54,3 \pm 13,3$ | 0,005    |
| Altura (m)               | 39 | $1,43 \pm 0,13$ | 23 | $1,45 \pm 0,12$ | 0,61     |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 39 | $31,6 \pm 5,3$  | 23 | $25,4 \pm 2,4$  | < 0,0001 |
| Z score                  | 39 | $2,56 \pm 0,22$ | 23 | $1,97 \pm 0,19$ | < 0,0001 |
| Percentil                | 39 | 99 – 100        | 23 | 96 – 98         | < 0,0001 |
| % do percentil 95        | 39 | 130 – 147       | 23 | 103 – 117       | < 0,0001 |

O grupo de crianças com obesidade grave apresentou idade ( $p=0,012$ ) significativamente menor e peso ( $p = 0,005$ ), IMC ( $p<0,0001$ ), Z score ( $p<0,0001$ ), percentil ( $p<0,0001$ ) e % percentil 95 ( $p<0,0001$ ) significativamente maiores em comparação com grupo de crianças com obesidade, fazendo

parte dos próprios critérios definidores da obesidade grave.

Observou-se que o grupo de crianças com obesidade grave apresentou volume hepático significativamente maior ( $p=0,050$ ), com média de  $1121 \pm 303$  cm<sup>3</sup> contra  $964 \pm 231$  cm<sup>3</sup> no grupo de obesidade.

Em relação à fração de gordura dos músculos psoas, observou-se diferença significativamente maior nas crianças com obesidade grave no músculo psoas esquerdo ( $p = 0,040$ ), com média de fração de gordura de  $5,6 \pm 2,4\%$ , contra  $4,2 \pm 2,5\%$  no grupo de obesidade, e tendência a apresentar fração de gordura maior no músculo psoas direito

( $p=0,055$ ), com  $5,9 \pm 2,0\%$  no grupo com obesidade grave, contra  $4,7 \pm 2,4\%$  no grupo de obesidade (podemos dizer que existe uma tendência (estatisticamente falando) de associação significativa quando o nível descritivo ( $p$  valor) obtido ficou entre 0,05 e 0,10).

**Tabela 2** - Variáveis de imagem por RM.

| Variável                                  | n  | Obesidade grave | n  | Obesidade      | p valor |
|-------------------------------------------|----|-----------------|----|----------------|---------|
| IMAGEM RM                                 |    |                 |    |                |         |
| Volume hepático (cm <sup>3</sup> )        | 30 | $1121 \pm 303$  | 21 | $964 \pm 231$  | 0,050   |
| Gordura hepática (%)                      | 30 | 2,5 – 5,6       | 20 | 2,1 – 5,0      | 0,43    |
| Área do psoas direito (cm <sup>2</sup> )  | 38 | $8,5 \pm 2,2$   | 23 | $9,0 \pm 2,5$  | 0,43    |
| Área do psoas Esquerdo (cm <sup>2</sup> ) | 38 | $8,3 \pm 2,3$   | 23 | $8,5 \pm 2,3$  | 0,70    |
| Gordura do psoas direito (%)              | 32 | $5,9 \pm 2,0$   | 23 | $4,7 \pm 2,4$  | 0,055   |
| Gordura do psoas esquerdo (%)             | 32 | $5,6 \pm 2,4$   | 23 | $4,2 \pm 2,5$  | 0,040   |
| Ferro hepático (mg/g)                     | 24 | 0,73 – 0,90     | 18 | 0,80 – 0,90    | 0,98    |
| Lobo D (cm)                               | 39 | $13,8 \pm 1,7$  | 23 | $13,7 \pm 1,5$ | 0,72    |
| Lobo E (cm)                               | 39 | $7,0 \pm 1,4$   | 23 | $7,1 \pm 1,5$  | 0,79    |
| Lobo Caudado (cm)                         | 39 | $2,9 \pm 0,5$   | 23 | $3,0 \pm 0,5$  | 0,81    |
| Ângulo do lobo direito (graus)            | 39 | $58,2 \pm 9,1$  | 23 | $58,0 \pm 8,3$ | 0,91    |
| Borda hepática aspecto                    |    |                 |    |                |         |
| Aguda                                     |    | 27 (69,2%)      |    | 16 (69,6)      |         |
| Romba                                     |    | 2 (5,1%)        |    | 1 (4,3%)       | 0,99    |
| Ambas                                     |    | 10 (25,7%)      |    | 6 (26,1%)      |         |
| Linfonodos mesentéricos (cm)              | 39 | 0,7 – 1,0       | 23 | 0,7 – 0,9      | 0,40    |

**Tabela 3** - Variáveis laboratoriais.

| Variável          | n  | Obesidade grave | n  | Obesidade       | p valor |
|-------------------|----|-----------------|----|-----------------|---------|
| LABORATORIAIS     |    |                 |    |                 |         |
| Glicemia de jejum | 39 | $88,8 \pm 5,8$  | 22 | $87,8 \pm 5,8$  | 0,53    |
| Insulina          | 39 | 12 – 23         | 23 | 11 – 20         | 0,80    |
| HOMA-IR           | 39 | 2,5 – 5,5       | 22 | 2,3 – 4,6       | 0,63    |
| Colesterol total  | 39 | $165 \pm 26$    | 22 | $161 \pm 31$    | 0,57    |
| LDL               | 39 | $102 \pm 22$    | 22 | $98 \pm 24$     | 0,51    |
| HDL               | 39 | $42,4 \pm 8,2$  | 22 | $44,3 \pm 6,4$  | 0,34    |
| VLDL              | 39 | 12 – 26         | 22 | 10 – 21         | 0,10    |
| Triglicerídeos    | 39 | 63 – 132        | 22 | 54 – 106        | 0,15    |
| TGO               | 39 | $21,8 \pm 5,1$  | 22 | $24,4 \pm 5,1$  | 0,061   |
| TGP               | 39 | 16 – 22         | 22 | 16 – 25         | 0,60    |
| GGT               | 39 | $19,1 \pm 5,3$  | 22 | $19,4 \pm 5,4$  | 0,84    |
| Ferritina         | 34 | $85,7 \pm 44,6$ | 20 | $87,1 \pm 33,8$ | 0,91    |
| TSH               | 39 | 2,2 – 4,4 (3,4) | 23 | 1,5 – 2,7 (1,9) | 0,001   |
| T4 livre          | 39 | $1,3 \pm 0,2$   | 23 | $1,4 \pm 0,2$   | 0,12    |
| Vit D             | 39 | $27,8 \pm 8,1$  | 23 | $28,7 \pm 8,3$  | 0,69    |

A análise das variáveis laboratoriais metabólicas mostrou que o grupo de crianças com obesidade grave apresentou níveis de TSH ( $p=0,001$ ) significativamente maiores. Não

se observou diferenças significativas entre os grupos com obesidade e obesidade grave nos demais parâmetros laboratoriais analisados.

## DISCUSSÃO

Como destacado pela primeira vez temos uma proporção significativa de crianças pequenas afetadas por uma doença crônica grave, que interfere em um período de ganho de peso durante um estágio de desenvolvimento vulnerável, com sérias repercussões de curto, médio e longo prazos (Jebeile e colaboradores, 2022; Woolford, Hassink e Eneli, 2018).

Dessa forma, é essencial que seja feita uma avaliação integral dos pacientes pediátricos com obesidade, não só com base no IMC, mas também objetivando a detecção precoce dos efeitos metabólicos associados, incluindo o uso de recursos complementares de imagem, para que seja possível realizar tratamento e acompanhamento adequados.

Em nosso estudo, o grupo com obesidade grave apresentou idade ( $p=0,012$ ) significativamente menor ( $8,8 \pm 2,1$  anos) do que o grupo com obesidade não grave ( $10,2 \pm 1,6$  anos), conforme observado por Geserick e colaboradores (2018), onde crianças com idades menores, entre 2 e 6 anos, parecem sofrer os aumentos mais significativos e determinantes de IMC.

Além disso, outros estudos mostram relação do aumento de IMC em crianças menores (1 a 10 anos) e efeitos adversos hepáticos já na adolescência (Malpique e colaboradores, 2018; Smego e colaboradores, 2017).

O achado de volume hepático significativamente maior no grupo de crianças com obesidade grave está de acordo com os dados encontrados em estudos anteriores (Joshi e colaboradores, 2018; Malpique e colaboradores, 2018; Bian e colaboradores, 2015).

Como no estudo de Malpique e colaboradores (2018), nosso estudo não encontrou relação entre o volume hepático e o grau de infiltração gordurosa do fígado ou carga hepática de ferro, diferentemente de outros autores, que identificaram correlações diretas entre a infiltração gordurosa hepática e o volume hepático (Joshi e colaboradores, 2018; Bian e colaboradores, 2015; Kelly e colaboradores, 2013).

Estudos indicam haver associação direta entre quantidade e qualidade muscular (relação músculo/gordura e função muscular) e fatores de risco cardiometabólicos, bem como doença hepática gordurosa (Pacífico e

colaboradores, 2020; Salton e colaboradores, 2022; Yodoshi e colaboradores, 2020; Zembura e Matusik, 2022; Gao e colaboradores, 2022).

Nesse contexto, a fração de gordura do músculo psoas no grupo com obesidade grave se mostrou significativamente maior do que no grupo com obesidade não grave, o que sugere que o acúmulo de gordura no compartimento muscular seja diretamente proporcional à gravidade do quadro de obesidade ainda na infância.

Vale ressaltar, ainda, que o nosso estudo revelou uma diferença em um parâmetro laboratorial entre os dois grupos. O grupo de crianças com obesidade grave apresentou TSH significativamente maior ( $p=0,001$ ) em comparação com grupo de obesidade, tendência corroborada por estudos que mostram relação direta dos níveis séricos de TSH com o IMC (Souza e colaboradores, 2016).

Diferente do estudo de Kelly e colaboradores (2013), nosso estudo não mostrou diferenças significativas nos perfis glicêmico (glicemia de jejum, insulina e HOMA-IR), lipídico (lipidograma) e hepático (TGO, TGP, Gama-GT e ferritina) entre os grupos de crianças com obesidade e obesidade grave.

Nosso estudo tem limitações potenciais, sendo a principal delas o tamanho da amostra, que pode restringir a generalização dos resultados para populações mais amplas. Além disso, a natureza transversal do estudo impede a determinação de relações causais entre as variáveis analisadas. Estudos futuros com amostras maiores e desenhos longitudinais podem fornecer uma compreensão mais aprofundada dos parâmetros investigados.

Optamos por não incluir um grupo controle devido às dificuldades éticas para recrutar crianças saudáveis para a realização dos exames, mesmo cientes que de a ausência de um grupo controle no estudo limita a capacidade de determinar se as alterações observadas nas crianças obesas são específicas da obesidade ou se também podem ser encontradas em crianças com peso normal.

Também se faz necessário reafirmar que o IMC, embora amplamente utilizado na classificação da obesidade, pode não refletir a verdadeira composição corporal e o status da doença metabólica, com possível repercussão nos resultados quando comparados com a RM. Nosso estudo não se focou na análise da presença ou não de fatores de risco para

comorbidades nos grupos de obesidade e obesidade grave, mas na avaliação das eventuais diferenças entre os grupos.

## CONCLUSÃO

Em conclusão, foi demonstrada uma diferença significativa no volume hepático e na quantidade de gordura muscular, maior no grupo de crianças com obesidade grave, assim como uma idade significativamente menor neste grupo, ressaltando a importância da inclusão de indicadores auxiliares na detecção precoce de complicações metabólicas associadas à obesidade infantil, dentro de um contexto de perspectiva de avaliação mais amplo da obesidade.

## REFERÊNCIAS

- 1-Bendor, C.D.; Bardugo, A.; Pinhas-Hamiel, O.; Afek, A.; Twig, G. Cardiovascular morbidity, diabetes and cancer risk among children and adolescents with severe obesity. *Cardiovasc Diabetol*. Vol. 19. Num. 1. 2020. p. 79.
- 2-Bian, H.; Hakkarainen, A.; Zhou, Y.; Lundborn, N.; Olkkonen, V.M.; Yki-Järvinen, H. Impact of non-alcoholic fatty liver disease on liver volume in humans. *Hepatol Res*. Vol. 45. Num. 2. 2015. p. 210-219.
- 3-Cunningham, S.A.; Hardy, S.T.; Jones, R.; Ng, C.; Kramer, M.R.; Narayan, K.M.V. Changes in the incidence of childhood obesity. *Pediatrics*. Vol. 150. Num. 2. 2022. p. e2021053708.
- 4-Freedman, D.S.; Butte, N.F.; Taveras, E.M.; Lundeen, E.A.; Blanck, H.M.; Goodman, A.B.; Ogden, C.L. BMI z-Scores are a poor indicator of adiposity among 2- to 19-year-olds with very high BMIs, NHANES 1999-2000 to 2013-2014. *Obesity (Silver Spring)*. Vol. 25. Num. 4. 2017. p. 739-746.
- 5-Gao, L.; Cheng, H.; Yan, Y.; Liu, J.; Shan, X.; Wang, X.; Mi, J. The associations of muscle mass with glucose and lipid metabolism are influenced by body fat accumulation in children and adolescents. *Front Endocrinol (Lausanne)*. Vol. 13. 2022. p. 976998.
- 6-GBD 2021 Adult BMI Collaborators. Global, regional, and national prevalence of adult overweight and obesity, 1990-2021, with forecasts to 2050: a forecasting study for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. Vol. 405. Num. 10481. 2025. p. 813-838.
- 7-Geserick, M.; Vogel, M.; Gausche, R.; Lipek, T.; Spielau, U.; Keller, E.; Pfaffle, R.; Kiess, W.; Korner, A. Acceleration of BMI in early childhood and risk of sustained obesity. *New England Journal of Medicine*. Vol. 379. Num. 14. 2018. p. 1303-1312.
- 8-Gotra, A.; Sivakumaran, L.; Chartrand, G.; Vu, K.N.; Vandenbroucke-Menu, F.; Kauffmann, C.; Kadoury, S.; Gallix, B.; de Guise, J.A.; Tang, A. Liver segmentation: indications, techniques and future directions. *Insights Imaging*. Vol. 8. Num. 4. 2017. p. 377-392.
- 9-Hampl, S.E.; Hassink, S.G.; Skinner, A.C.; Armstrong, S.C.; Barlow, S.E.; Bolling, C.F.; Avila Edwards, K.C.; Eneli, I.; Hamre, R.; Joseph, M.M.; Lunsford, D.; Mendonca, E.; Michalsky, M.P.; Mirza, N.; Ochoa, E.R.; Sharifi, M.; Staiano, A.E.; Weedn, A.E.; Flinn, S.K.; Lindros, J.; Okechukwu, K. Clinical practice guideline for the evaluation and treatment of children and adolescents with obesity. *Pediatrics*. Vol. 151. Num. 2. 2023. p. e2022060640.
- 10-Hosey-Cojocari, C.; Chan, S.S.; Friesen, C.S.; Robinson, A.; Williams, V.; Swanson, E.; O'Toole, D.; Radford, J.; Mardis, N.; Johnson, T.N.; Leeder, J.S.; Shakhnovich, V. Are body surface area based estimates of liver volume applicable to children with overweight or obesity? An in vivo validation study. *Clin Transl Sci*. Vol. 14. Num. 5. 2021. p. 2008-2016.
- 11-Jebeile, H.; Kelly, A.S.; O'Malley, G.; Baur, L.A. Obesity in children and adolescents: epidemiology, causes, assessment, and management. *Lancet Diabetes Endocrinol*. Vol. 10. Num. 5. 2022. p. 351-365.
- 12-Joshi, M.; Dillman, J.R.; Singh, K.; Serai, S.D.; Towbin, A.J.; Xanthakos, S.; Zhang, B.; Su, W.; Trout, A.T. Quantitative MRI of fatty liver disease in a large pediatric cohort: correlation between liver fat fraction, stiffness, volume, and patient-specific factors. *Abdom Radiol (NY)*. Vol. 43. Num. 5. 2018. p. 1168-1179.
- 13-Kelly, A.S.; Barlow, S.E.; Rao, G.; Inge, T.H.; Hayman, L.L.; Steinberger, J.; Urbina, E.M.

Ewing, L.J.; Daniels, S.R. Severe obesity in children and adolescents: identification, associated health risks, and treatment approaches: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. Vol. 128. Num. 15. 2013. p. 1689-1712.

14-Kumar, S.; Kelly, A.S. Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. *Mayo Clin Proc*. Vol. 92. Num. 2. 2017. p. 251-265.

15-Lerret, S.M.; Garcia-Rodriguez, L.; Skelton, J.; Biank, V.; Kilway, D.; Telega, G. Predictors of nonalcoholic steatohepatitis in obese children. *Gastroenterol Nurs*. Vol. 34. Num. 6. 2011. p. 434-7.

16-Malpique, R.; Bassols, J.; López-Bermejo, A.; Diaz, M.; Villarroja, F.; Pavia, J.; Congo, A.; de Zegher, F.; Ibáñez, L. Liver volume and hepatic adiposity in childhood: relations to body growth and visceral fat. *Int J Obes (Lond)*. Vol. 42. Num. 1. 2018. p. 65-71.

17-Martí-Aguado, D.; Jiménez-Pastor, A.; Alberich-Bayarri, Á.; Rodríguez-Ortega, A.; Alfaro-Cervello, C.; Mestre-Alagarda, C.; Bauza, M.; Gallén-Peris, A.; Valero-Pérez, E.; Ballester, M.P.; Gimeno-Torres, M.; Pérez-Girbés, A.; Benlloch, S.; Pérez-Rojas, J.; Puglia, V.; Ferrández, A.; Aguilera, V.; Escudero-García, D.; Serra, M.A.; Martí-Bonmatí, L. Automated whole-liver MRI segmentation to assess steatosis and iron quantification in chronic liver disease. *Radiology*. Vol. 302. Num. 2. 2022. p. 345-354.

18-Murry, D.J.; Crom, W.R.; Reddick, W.E.; Bhargava, R.; Evans, W.E. Liver volume as a determinant of drug clearance in children and adolescents. *Drug Metab Dispos*. Vol. 23. Num. 10. 1995. p. 1110-1116.

19-Naeem, M.; Markus, M.R.P.; Mousa, M.; Schipf, S.; Dörr, M.; Steveling, A.; Aghdassi, A.; Kühn, J.P.; Kromrey, M.L.; Nauck, M.; Targher, G.; Völzke, H.; Ittermann, T. Associations of liver volume and other markers of hepatic steatosis with all-cause mortality in the general population. *Liver Int*. Vol. 42. Num. 3. 2022. p. 575-584.

20-Pacífico, L.; Perla, F.M.; Andreoli, G.; Grieco, R.; Pierimarchi, P.; Chiesa, C.

Nonalcoholic fatty liver disease is associated with low skeletal muscle mass in overweight/obese youths. *Front Pediatr*. Vol. 8. 2020. p. 158.

21-Park, H.; Choi, J.E.; Jun, S.; Lee, H.; Kim, H.S.; Lee, H.A.; Park, H. Metabolic complications of obesity in children and adolescents. *Clin Exp Pediatr*. Vol. 67. Num. 7. 2024. p. 347-355.

22-Pinhas-Hamiel, O.; Hamiel, U.; Bendor, C.D.; Bardugo, A.; Twig, G.; Cukierman-Yaffe, T. The global spread of severe obesity in toddlers, children, and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Obes Facts*. Vol. 15. Num. 2. 2022. p. 118-134.

23-Salton, N.; Kern, S.; Interator, H.; Lopez, A.; Moran-Lev, H.; Lebenthal, Y.; Brenner, A. Muscle-to-fat ratio for predicting metabolic syndrome components in children with overweight and obesity. *Child Obes*. Vol. 18. Num. 2. 2022. p. 132-142.

24-Smego, A.; Woo, J.G.; Klein, J.; Suh, C.; Bansal, D.; Bliss, S.; Daniels, S.R.; Bolling, C.; Crimmins, N.A. High body mass index in infancy may predict severe obesity in early childhood. *J Pediatr*. Vol. 183. 2017. p. 87-93.

25-Souza, L.L.; Guedes, E.P.; Teixeira, P.F.; Moreira, R.O.; Godoy-Matos, A.F.; Vaisman, M. Serum TSH levels are associated with cardiovascular risk factors in overweight and obese adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. Vol. 92. Num. 5. 2016. p. 532-538.

26-Tong, C.; Xu, X.; Liu, C.; Zhang, T.; Qu, K. Assessment of liver volume variation to evaluate liver function. *Front Med*. Vol. 6. Num. 4. 2012. p. 421-427.

27-Vanderwall, C.; Randall Clark, R.; Eickhoff, J.; Carrel, A.L. BMI is a poor predictor of adiposity in young overweight and obese children. *BMC Pediatr*. Vol. 17. Num. 1. 2017. p. 135.

28-Woolford, S.J.; Hassink, S.; Eneli, I. The Young Child with Severe Obesity: Commentary on the characteristics of a vulnerable population and a framework for treatment. *Child Obes*. Vol. 14. Num. 7. 2018. p. 441-442.

29-Yodoshi, T.; Orkin, S.; Arce Clachar, A.C.; Bramlage, K.; Sun, Q.; Fei, L.; Beck, A.F.; Xanthakos, S.A.; Trout, A.T.; Mouzaki, M. Muscle mass is linked to liver disease severity in pediatric nonalcoholic fatty liver disease. J Pediatr. Vol. 223. 2020. p. 93-99.

30-Zembura, M.; Matusik, P. Sarcopenic obesity in children and adolescents: a systematic review. Front Endocrinol (Lausanne). Vol. 13. 2022. p. 914740.

Autor para correspondência:  
Gustavo Federico Jauregui.  
gfjauregui@gmail.com

Recebido para publicação em 30/03/2025  
Aceito em 25/06/2025

2 - Doutora em Medicina UFRJ, Professora Titular na Faculdade de Ciências Médicas UERJ, Departamento de Diagnóstico por Imagem, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

3 - Doutor em Medicina UFRJ, Professor Associado de Radiologia Departamento de Clínica Médica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil.

4 - Doutora em Ciências pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/ UFRJ (CAPES 7), Residente em Medicina do Departamento de Diagnóstico por Imagem, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

5 - Médica, Laboratório de Pesquisa Clínica e Experimental em Biologia Vascular, Centro Biomédico, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

6 - Médica da Unidade Docente Assistencial de Endocrinologia da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ, docente do Curso de Especialização lato sensu em Endocrinologia, Diabetes e Metabologia da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

7 - Doutora em Ciências pela UNIFESP, Professora Associada do Departamento de Nutrição Aplicada do Instituto de Nutrição da UERJ, Instituto de Nutrição. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail dos autores:

gfjauregui@gmail.com

ricardoafmello@gmail.com

coluiza@gmail.com

valeriayasmine@hotmail.com

mmgazolla@uol.com.br

cecilacroix@yahoo.com.br