

Submetido: 27/03/2026

Aprovado: 22/06/2026

Estudo de inflamação sistêmica de acordo com espessuras de gordura de parede abdominal e intra-abdominal em crianças pré-púberes com e sem excesso de peso

Study of systemic inflammation according to abdominal wall and intra-abdominal fat thickness in overweight and non-overweight prepubertal children

Estudio de la inflamación sistémica según el grosor de la pared abdominal y la grasa intraabdominal en niños prepúberes con y sin sobrepeso

Camille Victoria Picorelli Rodrigues^{1,2}

Ariel Cardoso Rezende^{1,3}

Rafael de Oliveira Ramos^{1,4}

Helena Kroger Cereja da Silva^{1,5}

Letícia Gonçalves de Queiroz^{1,6}

Fernanda Mussi Gazolla Jannuzzi^{1,7}

Cecilia Lacroix de Oliveira^{1,8}

Elisabeth de Amorim Machado^{1,9}

Michele Honicky^{1,10}

Alexandra Maria Monteiro Grisolia^{1,11}

Carlos Eduardo Raymundo^{1,12}

Paulo Ferrez Collett-Solberg^{1,13}

Isabel Rey Madeira^{1,14}

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

2. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4949-6840>

3. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5363-7603>

4. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2646-604X>

5. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2035-659X>

6. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8662-7578>

7. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9519-8133>

8. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2287-5364>

9. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9209-3405>

10. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6460-0572>

11. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7832-3315>

12. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4150-4403>

13. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6831-8520>

14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2287-5364>

Autor correspondente

Camille Victoria Picorelli Rodrigues

E-mail: camillepicorelli@gmail.com



RESUMO

Introdução: A obesidade infantil é uma condição multifatorial associada a fatores ambientais, comportamentais e genéticos, com crescente prevalência no Brasil. Crianças com excesso de peso apresentam maior risco cardiometabólico, incluindo hipertensão, dislipidemia e doenças cardiovasculares. A obesidade está relacionada a uma inflamação crônica, com elevação de marcadores inflamatórios envolvidos na fisiopatologia dessas comorbidades. A gordura abdominal tem papel central, sendo um indicador de risco cardiometabólico em pediatria. **Objetivo:** Comparar grupos de crianças com e sem aumento da espessura da parede abdominal e espessura de gordura intra-abdominal em relação ao ZIMC e adipocinas inflamatórias. **Metodologia:** Estudo transversal com crianças pré-púberes, com e sem excesso de peso, divididas em quatro grupos, segundo a espessura da gordura da parede abdominal e a intra-abdominal medidas por ultrassonografia: ambas maiores que P75; ambas menores que P75; somente a primeira maior que P75; e somente a segunda maior que o P75. Os grupos foram comparados em relação ao escore Z de IMC, IL-6, TNF- α e PCR. **Resultados:** Não houve diferenças entre os grupos quanto à idade e ao sexo. Observou-se diferença significativa em relação aos níveis de IL-6, TNF- α e PCR, com valores aumentados nos grupos com aumento isolado ou concomitante da gordura intra-abdominal e/ou da gordura da parede abdominal, em comparação aos grupos com medidas normais. **Conclusões:** O estudo demonstrou que a maior espessura da parede abdominal e da gordura intra-abdominal se associa ao aumento de marcadores inflamatórios e ao ZIMC, indicando maior risco cardiometabólico em crianças com excesso de peso.

Palavras-chave: Obesidade Infantil; Mediadores da Inflamação; Fatores de Risco Cardiometabólico.

ABSTRACT

Introduction: Childhood obesity is a multifactorial condition associated with environmental, behavioral, and genetic factors, with increasing prevalence in Brazil. Children with excess weight have a higher cardiometabolic risk, including hypertension, dyslipidemia, and cardiovascular diseases. Obesity is related to chronic inflammation, with elevated inflammatory markers involved in the pathophysiology of these comorbidities. Abdominal fat plays a central role, being an indicator of cardiometabolic risk in pediatrics. **Objective:** To compare groups of children with and without increased thickness of the abdominal wall and intra-abdominal fat in relation to BMI Z-score and inflammatory adipokines. **Methodology:** Cross-sectional study with prepubertal children, with and without excess weight, divided into four groups according to abdominal wall fat thickness and intra-abdominal fat measured by ultrasonography: both greater than P75; both less than P75; only the first greater than P75; and only the second greater than P75. The groups were compared in relation to BMI Z-score, IL-6, TNF- α , and CRP. **Results:** There were no differences between the groups regarding age and sex. A significant difference was observed in relation to IL-6, TNF- α , and CRP levels, with increased values in the groups with isolated or concomitant increase of intra-abdominal fat and/or abdominal wall fat, compared to groups with normal measurements. **Conclusions:** The study demonstrated that greater thickness of the abdominal wall and intra-abdominal fat is associated with increased inflammatory markers and BMI Z-score, indicating higher cardiometabolic risk in children with excess weight.

Keywords: Pediatric obesity; Inflammation mediators; Cardiometabolic risk factors.

RESUMEN

Introducción: La obesidad infantil es una condición multifactorial asociada con factores ambientales, conductuales y genéticos, con prevalencia creciente en Brasil. Los niños con sobrepeso tienen un mayor riesgo cardiometabólico, incluyendo hipertensión, dislipidemia y enfermedades cardiovasculares. La obesidad está relacionada con la inflamación crónica, con marcadores inflamatorios elevados involucrados en la fisiopatología de estas comorbilidades. La grasa abdominal juega papel central, siendo un indicador de riesgo cardiometabólico en pediatría. **Objetivo:** Comparar grupos de niños con y sin aumento del grosor de la pared abdominal y del grosor de la grasa intraabdominal en relación con los puntajes Z del IMC y las adipocinas inflamatorias. **Metodología:** Estudio transversal con niños prepúberes, con y sin sobrepeso, divididos en cuatro grupos según el grosor de la pared abdominal y la grasa intraabdominal medido por ultrasonido: ambos mayores que P75; ambos menores que P75; solo el primero mayor que P75; y solo el segundo mayor que P75. Se compararon los grupos en relación con el índice de masa corporal (IMC) Z, IL-6, TNF- α y PCR. **Resultados:** No se observaron diferencias entre los grupos en cuanto a edad y sexo. Se observó diferencia significativa en relación con los niveles de IL-6, TNF- α y PCR, con valores elevados en los grupos con aumento aislado o concomitante de grasa intraabdominal y/o grasa de la pared abdominal, en comparación con los grupos con medidas normales. **Conclusiones:** El estudio demostró que un mayor grosor de la pared abdominal y grasa intraabdominal se asocian con un aumento de los marcadores inflamatorios y del índice de masa corporal (IMC), lo que indica un mayor riesgo cardiometabólico en niños con sobrepeso.

Palabras clave: Obesidad infantil; Mediadores inflamatorios; Factores de riesgo cardiometabólico.



INTRODUÇÃO

A obesidade infantil exógena é caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo resultante do desequilíbrio entre a ingesta calórica e o gasto energético da criança.¹ Dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), de 2024, mostram que 15,16% das crianças entre cinco a dez anos enquadram-se na categoria de sobrepeso, 8,96% de obesidade e 5,68% de obesidade grave.² Projeções do Atlas Mundial da Obesidade, em conjunto com a Organização Mundial da Saúde (OMS), apontam que, até 2030, o Brasil ocupará a quinta posição entre os países com maior número absoluto de crianças e adolescentes com obesidade. Estima-se, ainda, que as chances de reverter esse cenário são de apenas 2%, caso nenhuma medida efetiva seja implementada.³

Os fatores ambientais são primordiais para a manutenção da epidemia de obesidade infantil.⁴ Estudos mostram que a propaganda de alimentos ultraprocessados pode influenciar no comportamento alimentar, sendo as crianças mais suscetíveis. O consumo de bebidas açucaradas também contribui para isso.⁵

A obesidade tem como consequência o aumento do risco cardiovascular na infância. Uma pesquisa identificou que crianças com obesidade apresentam cerca do dobro do risco de desenvolver hipertensão arterial sistêmica, enquanto aquelas com obesidade grave têm um risco aproximadamente quatro vezes maior, quando comparadas a crianças com peso considerado normal.⁶ A dislipidemia apresenta elevada prevalência entre crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade, com taxas que variam de 15% a 50%, a depender dos parâmetros utilizados.⁷ Adicionalmente, registra-se o crescimento da ocorrência de diabetes mellitus tipo 2 entre crianças e adolescentes, condição intimamente relacionada à resistência insulínica associada ao excesso de adiposidade. A hipertensão, a dislipidemia e o distúrbio do metabolismo da glicose, junto com a obesidade, são fatores de risco para doença cardiovascular que compõem a síndrome metabólica.⁸

A obesidade está associada a um estado de inflamação sistêmica crônica, tendo os marcadores inflamatórios interleucina 6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e a proteína C-reativa (PCR) papéis relevantes na constituição da doença cardiovascular.⁹

A IL-6 é uma citocina pró-inflamatória produzida em maior quantidade pelo tecido adiposo. Evidências científicas indicam que crianças com sobrepeso ou obesidade apresentam níveis elevados, o que está associado ao desenvolvimento de resistência à insulina, alterações no perfil lipídico e maior predisposição a doenças cardiovasculares.⁹ O TNF- α atua negativamente na via de sinalização da insulina, contribuindo para o desenvolvimento da resistência insulínica. Além disso, seus níveis apresentam correlação positiva com as concentrações séricas de insulina e triglicerídeos, assim como com o volume de tecido adiposo corporal.¹⁰ A PCR está relacionada à presença de múltiplos fatores de risco cardiometabólicos em crianças e adolescentes com excesso de peso. Os achados reforçam o papel da PCR como um biomarcador relevante na detecção precoce de alterações metabólicas e na avaliação do risco cardiovascular em populações pediátricas com obesidade.¹¹

O acúmulo de gordura abdominal pela obesidade é considerado importante fator de risco para alterações metabólicas e doenças cardiovasculares.¹²⁻¹⁴ Estudos em crianças com obesidade que abordam as medidas da gordura intra-abdominal e da parede abdominal pela ultrassonografia foram realizados, a fim de relacioná-las com alterações em marcadores inflamatórios, indicando que há associação entre a espessura da gordura intra-abdominal (EIA) e/ou da parede abdominal (EPA) com a presença destas alterações.^{15,16}

Neste sentido, o presente estudo se propõe a comparar, numa população de crianças eutróficas e com excesso de peso, subgrupos com e sem aumento de EPA e EIA em relação ao escore Z de IMC (ZIMC) e às adipocinas inflamatórias IL-6, TNF- α e PCR. O estudo tem também como objetivo avaliar a correlação entre as adipocinas inflamatórias e EPA e EIA. Dessa forma, frente à escassez de estudos na temática, fica evidente a importância de maior detalhamento da distribuição da gordura abdominal nesse grupo de crianças com maior risco de apresentar alterações metabólicas.



MÉTODOS

Foi realizado estudo observacional e transversal com 222 crianças, pré-púberes, em ambulatório de pesquisa de obesidade infantil de hospital universitário do Sistema Único de Saúde do Estado do Rio de Janeiro, com crianças captadas no período de 2008 a 2023 do ambulatório de pediatria do mesmo hospital. O estudo foi composto por 89 crianças com obesidade grave, 60 com obesidade, 33 com sobrepeso e 40 eutróficas.

Foram incluídas no estudo crianças que tinham entre cinco e 11 anos, com e sem excesso de peso, impúberes, cujos responsáveis concordaram em participar da pesquisa, após serem informados a respeito dos propósitos e procedimentos da mesma. A avaliação da puberdade foi realizada por pediatra, sendo definido que crianças impúberes são aquelas com estágio puberal de Tanner 1, correspondendo à ausência de broto mamário e de pelos pubianos em meninas, e ausência de aumento da bolsa escrotal e pelos pubianos em meninos.¹⁷

Foram excluídos do estudo pacientes em uso regular de medicamentos ou comorbidades que pudessem influenciar na avaliação dos parâmetros inflamatórios estudados.

As crianças foram categorizadas em função de seu índice de massa corporal (IMC) segundo o referencial da OMS, no qual as crianças eutróficas são aquelas com IMC maior que o escore Z -2 e menor ou igual ao +1; as crianças com sobrepeso são as com IMC maior ao escore Z +1 e menor que o +2; as com obesidade com IMC maior ou igual ao +2; e as com IMC maior ao +3 são classificadas como obesidade grave.¹⁸

Foram medidas EPA, definida como sendo a distância entre a pele e linha alba em milímetros, e EIA, que corresponde à distância entre a face posterior da linha alba e a parede anterior da aorta, ambas em milímetros. As variáveis EPA e EIA foram analisadas como variáveis contínuas e categóricas. Para essas medições, foi utilizado o aparelho de ultrassonografia Aplio XG, modelo SSA-790A (Toshiba Medical Systems, Tóquio, Japão), com transdutor convexo de 3,5 MHz para a medida da EIA e transdutor linear de 12 MHz para a medida da EPA. A criança permaneceu em decúbito dorsal e o transdutor foi colocado aproximadamente 2 cm acima da cicatriz umbilical. Todas as medições foram realizadas no plano axial.

Para dosar as variáveis inflamatórias IL-6, TNF- α e PCR, foi necessário jejum de 12 horas e foi preciso que a criança não estivesse com nenhuma doença aguda no momento. As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios da instituição onde a pesquisa foi realizada e processadas utilizando o leitor universal de microplacas ELX 800 (Biotek, Winooski, Vermont, EUA).

A IL-6 foi dosada através do método de imunoensaio através de kits da Roche (Roche, Basileia, Suíça) em soros. O coeficiente de variação intraensaio do fabricante foi inferior a 4,8% e do inter-ensaio, 10,6%. A PCR foi dosada por meio do método de ensaio imunoenzimático (ELISA) com kits R&D Systems (R&D Systems, Minneapolis, MN, EUA) em soros. O coeficiente de variação intraensaio do fabricante foi inferior a 4,6% e o inter-ensaio inferior a 7,0%. Foram excluídos resultados maiores que 7,163 $\mu\text{g/mL}$. O TNF- α foi dosado através do método de ensaio imunoenzimático (ELISA) com kits R&D Systems (R&D Systems, Minneapolis, MN, EUA), também em soros. O coeficiente de variação intraensaio do fabricante foi inferior a 2,2% e o inter-ensaio inferior a 6,7%. Foram excluídos valores menores que 0,156 pg/mL .

Os dados coletados foram analisados pelo programa estatístico R-Project 4.2.1 (Free Software Foundation, Boston, MA, EUA).

Foram criados quatro grupos: EPA e EIA simultaneamente maiores ou igual ao P75, EPA e EIA simultaneamente menores que P75, somente EPA maior ou igual a P75 e somente EIA menor a P75. Os quatro grupos foram comparados em relação às variáveis sexo, idade, estado nutricional, Z-Score de IMC, IL-6, TNF- α e PCR.

Para as variáveis categóricas, utilizaram-se frequências absolutas e relativas. O teste qui-quadrado ou teste exato de Fisher foi utilizado para comparar as proporções. Para as variáveis numéricas, foram apresentadas as medianas e a amplitude interquartil em relação às categorias de EPA e EIA. Devido à não normalidade da distribuição da maioria das variáveis, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar a significância estatística das diferenças observadas. A seguir, realizou-se o teste de Wilcoxon para comparações sucessivas (teste post-hoc).



Foram realizadas, ainda, análises de regressão logística multivariada, considerando, em cada análise, EPA ou EIA como variáveis resposta e IL-6, PCR e TNF- α como variáveis independentes. Em todas as análises estatísticas realizadas, o nível de significância considerado foi de 5%.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do HUPE-UERJ, cadastrado sob o número 5.136.773. CAAE: 51457721.5.0000.5259.

RESULTADOS

As comparações entre grupos não mostraram diferença estatisticamente significativa em relação a idade e sexo, já que todos os valores apresentaram $p > 0,05$. A distribuição das categorias de estado nutricional está apresentada na Tabela 1, assim como a comparação entre pares de grupos, permitindo identificar quais diferenças eram estatisticamente significativas.

Tabela 1. Comparação entre grupos de crianças pré-púberes eutróficas e com excesso de peso, categorizados segundo a espessura de parede abdominal e espessura de gordura intra-abdominal, em relação ao estado nutricional segundo o indicador índice de massa corporal (por idade e sexo da Organização Mundial da Saúde), Z-Score de IMC e adipocinas inflamatórias (médias)

	EPA e EIA normais N = 140	EIA aumentado e EPA normal N = 27	EIA normal e EPA aumentado N = 26	EPA e EIA aumentados N = 29	Valor total N = 222	Valor-p
Categorias						0,001***
Eutrófico	39 (27,9%)	1 (3,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	40 (18,0%)	
Sobrepeso	30 (21,4%)	2 (7,4%)	0 (0,0%)	1 (3,4%)	33 (14,9%)	
Obesidade	44 (31,4%)	7 (25,9%)	6 (23,1%)	3 (10,3%)	60 (27,0%)	
Obesidade grave	27 (19,3%)	17 (63,0%)	20 (76,9%)	25 (86,2%)	89 (40,1%)	
ZIMC	2,0 (0,6-2,8)*†§	3,2 (2,8 – 3,8)*	3,4 (3,0 – 4,8)†	4,3 (3,3 – 5,2)§	2,8 (1,7 – 3,6)	<0,001
IL-6	2,2 (1,5-3,4) ¶	3,1 (2,3 – 4,6)	2,5 (1,8 – 4,2)	3,4 (2,1 – 5,5)¶	2,5 (1,6-3,8)	0,008
TNF- α	0,7 (0,5-1,0)**	0,6 (0,2-0,8)††	1,1 (0,4 – 1,3)	1,2 (0,3-1,5)**††	0,8 (0,5-1,1)	0,021
PCR	1,7 (0,9-4,2)#	3,5 (1,9 – 5,2)	3,4 (1,5 – 6,8)	4,9 (2,4 – 7,2)#	2,3 (1,0-5,2)	<0,001

EPA espessura de parede abdominal; EIA espessura de gordura intra-abdominal; ***Teste exato de Fisher.

ZIMC escore Z de índice de massa corporal; IL-6 interleucina 6; TNF- α fator de necrose tumoral; PCR proteína C reativa.

*, †, §, ||, ¶, **, †† e # indicam grupos que diferem entre si ($p < 0,05$).

Os níveis de IL-6 diferiram entre os grupos ($p = 0,008$). Valores mais elevados foram encontrados nos grupos com aumento isolado de EIA (3,1; IQ 2,3–4,6) e com aumento concomitante de EPA e EIA (3,4; IQ 2,1–5,5), em comparação aos grupos com medidas normais.

Para TNF- α , observou-se variação significativa entre os grupos ($p = 0,021$). Os maiores valores ocorreram nos participantes com EPA aumentada e EIA normal (1,1; IQ 0,4–1,3) e naqueles com aumento simultâneo das duas medidas (1,2; IQ 0,3–1,5), enquanto o grupo com parâmetros normais apresentou valores mais baixos (0,7; IQ 0,5–1,0).



A PCR mostrou diferenças expressivas entre os grupos ($p < 0,001$). Os níveis mais elevados foram identificados no grupo com EPA e EIA aumentados (4,9; IQ 2,4–7,2) e no grupo com aumento isolado de EIA (3,5; IQ 1,9–5,2), contrastando com valores mais baixos no grupo com ambas as medidas normais (1,7; IQ 0,9–4,2).

Na análise de regressão multivariada, considerando EPA aumentada como variável resposta e as adipocinas inflamatórias como variáveis independentes, houve correlação estatisticamente significativa entre TNF- α e EPA aumentada ($p = 0,020$). Não foi encontrada correlação estatisticamente significativa quando se empregou EIA aumentada como variável resposta.

DISCUSSÃO

Nas últimas décadas, o aumento expressivo da obesidade infantil destacou a importância não apenas do excesso de peso, mas também da distribuição da gordura corporal, especialmente na região abdominal. Diversos estudos têm demonstrado que o acúmulo de gordura intra-abdominal está fortemente associado ao desenvolvimento de alterações metabólicas e ao aumento do risco cardiovascular, fenômeno amplamente descrito em adultos, embora ainda não bem estudado em crianças.¹⁹⁻²³

Nesse contexto, o presente estudo avaliou a distribuição da gordura abdominal, mensurada por ultrassonografia, em crianças pré-púberes com e sem excesso de peso, comparando grupos de crianças com e sem aumento da EPA e EIA em relação a ZIMC e adipocinas inflamatórias.

Na distribuição por categoria de estado nutricional, observou-se, como já era de se esperar, que a quase totalidade de crianças eutróficas tem EPA e EIA normais, bem como as crianças com sobrepeso e obesidade. No caso das duas últimas categorias, poderia se especular que a patogenicidade relacionada a EPA e EIA ainda estivesse incipiente. O achado de uma criança eutrófica com EIA aumentada teria que ser avaliado individualmente, já que as evidências mostram que o IMC se correlaciona muito bem com os fatores de risco cardiovascular, incluindo medidas de cintura, em crianças pré-púberes.²⁴ Já em relação às crianças com obesidade grave, houve distribuição entre os quatro grupos estudados, conforme se observa na Tabela 1. Este achado está mais bem explicado na análise de comparação entre os grupos em relação ao ZIMC.

A análise dos dados revelou que tanto os valores de EPA, quanto os de EIA, estão intimamente relacionados ao ZIMC e aos níveis de IL-6, TNF- α e PCR, sugerindo que a distribuição da gordura, não só intra-abdominal, mas também de parede abdominal, podem refletir o perfil metabólico dessas crianças. Evidências quanto à patogenicidade não só da gordura intra-abdominal, mas também da gordura de parede abdominal, já haviam sido apontadas em adultos. Neste sentido, Agrawal e colaboradores, ao estudarem risco cardiometabólico em adultos, observaram que apenas a gordura gluteofemoral estava associada a risco reduzido.²⁵

O estudo demonstrou que IL-6 e PCR possuem maiores medianas no grupo de EPA e EIA aumentados e somente EIA aumentado. No entanto, TNF- α teve maiores medianas naquele com EPA e EIA aumentados e somente EPA aumentado. Além disso, a utilização do método estatístico “comparação entre pares de grupos” permitiu identificar quais diferenças eram estatisticamente significativas, como descrito a seguir.

Ao se comparar os quatro grupos quanto ao ZIMC, houve diferenças estatisticamente significativas: entre crianças com EPA e EIA normais e aquelas com EPA normal e EIA aumentado, entre crianças com EPA aumentado e EIA normal e entre crianças com ambos aumentados, assim como entre crianças com EIA aumentado e EPA normal, comparadas com aquelas com ambos aumentados. Esses achados sugerem que o acúmulo de gordura intra-abdominal e subcutânea está diretamente relacionado à magnitude da obesidade infantil, como já haviam sugerido Queiroz e colaboradores, ao demonstrarem associação do índice de adiposidade cintura/altura com EPA e com EIA no mesmo grupo de crianças.²⁰

Em relação aos marcadores inflamatórios estudados, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas: para o IL-6, houve diferenças estatisticamente significativas entre crianças com EPA e EIA normais comparadas àquelas com EIA aumentado e EPA normal, bem como entre crianças com EPA e EIA normais e aquelas com ambos aumentados. Este achado poderia apontar maior patogenicidade da EIA, como já sugeriram Pou e colaboradores e Gishti e colaboradores.^{7,19}



Para TNF- α , as comparações significativas incluíram crianças com EPA e EIA normais versus aquelas com ambos aumentados, e crianças com EIA aumentado e EPA normal versus aquelas com ambos aumentados, sugerindo, diferentemente do achado em relação a IL-6, sinergismo entre EPA e EIA em termos de patogenicidade. Quanto a isto, Queiroz e colaboradores, no mesmo grupo de crianças estudado, demonstraram, em regressão logística controlando pelos outros marcadores inflamatórios, associação apenas entre TNF- α e EPA, mostrando a importância da gordura de parede neste contexto.²⁰ Zabaleta e colaboradores também encontraram associação de TNF- α com EPA, mas não com EIA.²⁶

Por fim, para PCR, observou-se diferença significativa entre crianças com EIA e EPA normais e aquelas com ambas aumentadas, o que vai de encontro ao achado de Cardoso e colaboradores, que observaram associação entre PCR aumentada e circunferência da cintura em crianças e adolescentes com excesso de peso.¹¹

No presente estudo observou-se, na análise de regressão logística multivariada, correlação somente entre TNF- α e EPA aumentada, sugerindo que nesta amostra de crianças pré-púberes, a gordura subcutânea se relaciona mais com inflamação do que com a gordura intra-abdominal. Esses resultados parecem ser discrepantes com o que é descrito em adultos.^{27,28} Existem poucos estudos a esse respeito em crianças, mas alguns autores descrevem resultado semelhante.^{26,28} É provável que, após a puberdade, essas correlações se modifiquem.

A análise dos dados revelou que tanto os valores de EPA, quanto os de EIA, estão intimamente relacionados ao ZIMC e aos níveis de IL-6, TNF- α e PCR, sugerindo que a distribuição da gordura, não só intra-abdominal, mas também de parede abdominal, podem refletir o perfil metabólico dessas crianças. Evidências quanto à patogenicidade não só da gordura intra-abdominal, mas também da gordura de parede abdominal, já haviam sido apontadas em adultos. Neste sentido, Agrawal e colaboradores, ao estudarem risco cardiometabólico em adultos, observaram que apenas a gordura gluteofemoral estava associada a risco reduzido.²⁵

Esses resultados reforçam a importância de avaliar a distribuição da gordura abdominal em crianças obesas, pois o acúmulo de gordura na parede abdominal e na região intra-abdominal está associado a alterações inflamatórias e metabólicas, que podem aumentar o risco cardiovascular precocemente.

CONCLUSÃO

O estudo evidencia que há relação entre a espessura da parede abdominal e a espessura da gordura intra-abdominal com a elevação de marcadores inflamatórios e com o ZIMC, indicando que os riscos cardiometabólicos na população pediátrica com excesso de peso podem se elevar precocemente. O presente trabalho reforça a relevância da avaliação da distribuição da gordura abdominal como ferramenta adicional na identificação precoce de risco cardiometabólico em crianças, bem como a importância de estratégias preventivas voltadas à redução da obesidade infantil.

No ambulatório de obesidade infantil, cenário da pesquisa, há prevalência diferente de cada um dos grupos estudados. Além disso, o tamanho amostral como um todo foi pequeno, especialmente em relação aos indivíduos eutróficos e com sobrepeso, tornando necessária avaliação em população maior. Sendo assim, os resultados apresentados não podem ser extrapolados para a população geral, por conta do viés de seleção.

REFERÊNCIAS

1. Kliegman RM, St Geme JW, Stanton BF, Schor NF, Behrman RE, Nelson WE. Nelson: tratado de pediatria. 21ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2020.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Sistema de vigilância alimentar e nutricional (Sisvan): relatórios públicos – estado nutricional [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; [citado 2026 Jan 30]. Disponível em: <https://sisaps.saude.gov.br/sisvan/relatoriopublico/estadonutricional>
3. World Obesity Federation, World Health Organization. World obesity atlas 2022. London: World Obesity Federation; 2022.



4. Plachta-Danielzik S, Kehden B, Landsberg B, Schaffrath Rosario A, Kurth BM, Arnold C, et al. Attributable risks for childhood overweight: evidence for limited effectiveness of prevention. *Pediatrics*. 2012;130(4):e865-e871. doi:10.1542/peds.[2011-3296](https://doi.org/10.1542/peds.2011-3296).
5. Boyland EJ, Nolan S, Kelly B, Tudur-Smith C, Jones A, Halford JCG, et al. Advertising as a cue to consume: a systematic review and meta-analysis of the effects of acute exposure to unhealthy food and nonalcoholic beverage advertising on intake in children and adults. *Am J Clin Nutr*. 2016;103(2):519-33. doi:10.3945/ajcn.115.120022.
6. Parker ED, Sinaiko AR, Kharbanda EO, Daley MF, Ekstrom HL, O'Connor PJ, et al. Change in weight status and development of hypertension. *Pediatrics*. 2016;137(3):e20151662. doi:10.1542/peds.[2015-1662](https://doi.org/10.1542/peds.2015-1662).
7. Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intra-abdominal fat depot. *Am J Clin Nutr*. 1996;64(1):12-7. doi:10.1093/ajcn/64.1.12.
8. Zimmet P, Alberti G, Serrano M, Kaufman F, Arslan M, Geffner M, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(5):299-306. doi:10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x
9. Hermsdorff HH, Monteiro JB. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: onde está o problema? *Arq Bras Endocrinol Metab* [Internet]. 2004 [citado 2026 Jan 30];48(6):803-11. doi: 10.1590/s0004-27302004000600005.
10. Mărginean CO, Meliț LE, Huțanu A, Ghiga DV, Săsăran MO. The adipokines and inflammatory status in the era of pediatric obesity. *Cytokine*. 2020;126:154925. doi:10.1016/j.cyto.2019.154925.
11. Cardoso AS, Cardoso RO, Carvalho DF, Collet N, Medeiros CCM. C-reactive protein and cardiometabolic risk factors in overweight or obese children and adolescents. *Rev Nutr* [Internet]. 2014 [cited 2026 Jan 30];27(3):279-288. doi:10.1590/1415-52732014000300002
12. Leite CC, Matsuda D, Wajchenberg BL, Cerri GG, Halpern A. Correlação da medida de espessura intra-abdominal medida pela ultrassonografia com os fatores de risco cardiovascular. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2000;44(1):49-56. doi:10.1590/S0004-27302000000100009.
13. Montague CT, O'Rahilly S. The perils of portliness: causes and consequences of visceral adiposity. *Diabetes*. 2000;49:883-8. doi:10.2337/diabetes.49.6.883.
14. Reyes M, Espinoza A, Rebollo MJ, Moraga F, Mericq V, Castillo-Durán C. Mediciones de adiposidad intraabdominal por ultrasonido y factores asociados con riesgo cardiovascular en niños obesos. *Rev Med Chil*. 2010;138(2):152-9. doi:10.4067/S0034-98872010000200002.
15. Rodríguez CAT, Meirelles R, Neves FS, Costa LC, Brandão R, Andrade M, et al. Inflammatory markers in prepubertal children: associations with abdominal fat. *J Pediatr (Rio J)*. 2018;94(2):188-95.
16. Oliveira CL, França NM, Lima AP, Santos MA, Ferraz AA, Barreto AC, et al. Ultrasound as a method to evaluate the distribution of abdominal fat in obese prepubertal children and the relationship between abdominal fat and metabolic alterations. *Radiol Bras*. 2010;43(6):371-6.
17. Tanner JM. *Growth at Adolescence*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publ; 1962.
18. World Health Organization. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
19. Gishti O, Gaillard R, Durmus B, Abrahamse M, Van der Beek EM, Hofman A, et al. BMI, total and abdominal fat distribution, and cardiovascular risk factors in school-age children. *Pediatr Res*. 2015;77(5):710-8.
20. Lee MJ, Kim J. The pathophysiology of visceral adipose tissues in cardiometabolic diseases. *Biochem Pharmacol* [Internet]. 2024 [cited 2026 Jan 30];222:116116. doi:10.1016/j.bcp.2024.116116.



21. Queiroz LG, Collett-Solberg PF, Souza MDGC, Rodrigues NCP, Monteiro AM, Mendes CS, et al. Inflammatory markers in prepubertal children and their associations with abdominal fat. *J Pediatr (Rio J)*. 2024;100(5):544-51.
22. Cura-Esquivel I, Perales-Quintana MM, Torres-González L, Guzmán-Avilán K, Muñoz-Espinosa L, Cordero-Pérez P. Metabolic, inflammatory and adipokine differences in overweight/obese children with and without metabolic syndrome: a cross-sectional study. *PLoS One*. 2023;18:e0281381. doi:10.1371/journal.pone.0281381.
23. Ford ES, Galuska DA, Gillespie C, Will JC, Giles WH, Dietz WH. C-reactive protein and body mass index in children: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *J Pediatr*. 2001;138:486-92.
24. Madeira IR, Carvalho CN, Gazolla FM, Pinto LW, Borges MA, Bordallo MA. Impact of obesity on metabolic syndrome components and adipokines in prepubertal children. *J Pediatr (Rio J)*. 2009;85(3):261-8. doi:10.2223/JPED.1873.
25. Agrawal S, Klarqvist MDR, Diamant N, Stanley TL, Ellinor PT, Mehta NN, et al. BMI-adjusted adipose tissue volumes exhibit depot-specific and divergent associations with cardiometabolic diseases. *Nat Commun*. 2023;14:266. doi:10.1038/s41467-022-35704-5. doi:10.1038/s41467-022-35704-5.
26. Zabaleta J, Velasco-González C, Estrada J, Ravussin E, Pelligrino N, Mohler MC, et al. Inverse correlation of serum inflammatory markers with metabolic parameters in healthy black and white prepubertal youth. *Int J Obes*. 2014;38:563-8. doi:10.1038/ijo.2013.220.
27. Pou KM, Massaro JM, Hoffmann U, Vasan RS, Maurovich-Horvat P, Larson MG, et al. Visceral and subcutaneous adipose tissue volumes are cross-sectionally related to markers of inflammation and oxidative stress: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007;116:1234-41. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.710509.
28. Vajravelu ME, Kindler JM, Zemel BS, Jawad A, Koren D, Brar P, et al. Visceral adiposity is related to insulin sensitivity and inflammation in adolescents with obesity and mild sleep disordered breathing. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2022;35:1069-77. doi:10.1515/jpem-2021-0745.

Editor associado: Vanessa Soares Lanziotti. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0406-1495>

Editor científico: Fernanda Pinto Mariz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6981-2352>

Editora: Sociedade de Pediatria do Rio de Janeiro – SOPERJ

E-mail de contato: secretaria@soperj.org.br

Financiamento:

Apoio financeiro (APQ1) da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, números de protocolo E-26/202.866/2015 e E-26/201.014/2022).

Disponibilidade de dados da pesquisa:

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no artigo.

Conflito de interesses:

Não há.

Contribuições dos autores:

Rodrigues CVP: coleta de dados, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, visualização.

Rezende AC: análise estatística, coleta de dados, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, visualização.

Ramos RO: coleta de dados, investigação, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, visualização.

da-Silva HKC: coleta de dados, investigação, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, visualização.



de-Queiroz LG: análise estatística, coleta de dados, conceitualização, gerenciamento de recursos, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, visualização.
Jannuzzi FMG: coleta de dados, conceitualização, gerenciamento de recursos, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, supervisão, visualização.
de-Oliveira CL: análise estatística, coleta de dados, conceitualização, gerenciamento de recursos, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, supervisão, visualização.
Machado EA: coleta de dados, conceitualização, gerenciamento de recursos, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, supervisão, visualização.
Honicky M: coleta de dados, conceitualização, gerenciamento de recursos, investigação, redação preparação do original, redação - revisão e edição, supervisão, visualização.
Grisolia AMM: coleta de dados, conceitualização, investigação, redação - preparação do original, redação revisão e edição, supervisão, visualização.
Raymundo CE: análise estatística, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação revisão e edição, visualização.
Solberg PFC: análise estatística, aquisição de financiamento, conceitualização, gerenciamento de recursos, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, visualização.
Madeira IR: análise estatística, coleta de dados, conceitualização, gerenciamento de recursos, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, supervisão, visualização.

Rev Pediatría SOPERJ 2027;27(1): e20270412

