

Avaliação ultrassonográfica da gordura visceral e subcutânea em crianças obesas*

Sonographic evaluation of visceral and subcutaneous fat in obese children

Telma Sakuno¹, Leticia Mary Tomita², Carolina Mywa Tomita³, Isabela de Carlos Back Giuliano⁴, Amanda Ibagy⁵, Nilza Maria Medeiros Perin⁶, Lisiane Schilling Poeta⁷

Sakuno T, Tomita LM, Tomita CM, Giuliano ICB, Ibagy A, Perin NMM, Poeta LS. Avaliação ultrassonográfica da gordura visceral e subcutânea em crianças obesas. Radiol Bras. 2014 Mai/Jun;47(3):149-153.

Resumo Objetivo: Avaliar as medidas ultrassonográficas da gordura visceral e subcutânea em crianças e testar se a gordura pré-peritoneal (GPP) e o índice de gordura da parede abdominal (IGPA) são parâmetros úteis para determinar a gordura visceral e a presença de doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA) em crianças obesas.

Materiais e Métodos: Estudo tipo caso-controle, com uma amostra de 44 crianças, sendo 22 casos e 22 controles, pareados conforme sexo e idade. Os resultados foram analisados de forma descritiva e bivariada, com teste *t* de Student e teste exato de Fischer.

Resultados: Os parâmetros ultrassonográficos avaliados – tecido celular subcutâneo, GPP e gorduras intraperitoneais, e DHGNA – obtiveram elevada associação estatística com o índice de massa corpórea. A DHGNA foi observada em oito pacientes obesos (36,36%), sendo que a GPP e o IGPA foram as variáveis com maior significância estatística, com valor de $p < 0,0001$.

Conclusão: A ultrassonografia permite diferenciar e quantificar a gordura visceral e subcutânea nas crianças. As medidas da GPP e do IGPA são úteis para a avaliação da gordura visceral e DHGNA em crianças obesas.

Unitermos: Ultrassonografia; Criança; Obesidade; Fígado gorduroso; Gordura intra-abdominal.

Abstract Objective: To evaluate sonographic measurements of visceral and subcutaneous fat in children, and to investigate the usefulness of preperitoneal fat (PF) and the abdominal wall fat index (AFI) as parameters to determine visceral fat and presence of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) in obese children.

Materials and Methods: A case-control study of a sample including 44 children (22 cases and 22 controls) matched by sex and age. The Student *t* test and the Fisher exact test were utilized in the descriptive and bivariate analysis.

Results: The sonographic parameters evaluated – subcutaneous cell tissue, PF and intraperitoneal fat, and NAFLD – presented high statistical association with body mass index. NAFLD was observed in eight obese patients (36.36%), and PF and AFI were the variables with highest statistical significance, with $p < 0.0001$.

Conclusion: Ultrasonography is useful tool in the differentiation and quantification of visceral and subcutaneous fat in children. The measures of PF and AFI are useful in the assessment of visceral fat and NAFLD in obese children.

Keywords: Ultrasonography; Child; Obesity; Fatty liver; Intra-abdominal fat.

* Trabalho realizado no Hospital Infantil Joana de Gusmão (HIJG), Florianópolis, SC, Brasil.

1. Doutora, Membro Titular do Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (CBR), Radiologista Pediátrica do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina (HU-UFSC) e do Hospital Infantil Joana de Gusmão (HIJG), Professora da Disciplina de Radiologia da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), Florianópolis, SC, Brasil.

2. Graduanda do Curso de Medicina da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), Florianópolis, SC, Brasil.

3. Graduanda do Curso de Medicina da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil.

4. Doutora, Professora da Disciplina de Pediatria e do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil.

5. Pediatra e Oncologista Pediátrica do Blantyre Adventist Hospital, Blantyre, Malawi.

6. Mestre, Professora da Disciplina de Pediatria da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), Preceptora da Residência Médica de Pediatria e Médica do Serviço de Gastroenterologia Pediátrica do Hospital Infantil Joana de Gusmão (HIJG), Florianópolis, SC, Brasil.

7. Doutora, Professora do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (Cefid), Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Florianópolis, SC, Brasil.

INTRODUÇÃO

A obesidade infantil é uma epidemia global, sendo um fator de risco para doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, diabetes, hiperlipidemia e doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA)⁽¹⁾. Na atualidade, o tipo de distribuição da gordura no corpo, especialmente o acúmulo de gordura visceral, é considerado o fator mais importante na obesidade, doenças cardiovasculares e síndromes metabólicas⁽²⁻⁴⁾.

A gordura visceral pode ser avaliada pela medida da circunferência da cintura⁽⁵⁾ ou por meio de exames de imagem como a tomografia computadorizada (TC), a ressonância

Endereço para correspondência: Leticia Mary Tomita. Rua Crisógono Vieira da Cruz, 165, ap. 22, Lagoa da Conceição. Florianópolis, SC, Brasil, 88062-110. E-mail: letomita@hotmail.com.

Recebido para publicação em 14/6/2013. Aceito, após revisão, em 14/1/2014.

magnética (RM) e a ultrassonografia (US)⁽⁶⁾. A TC é o método mais utilizado, mas há exposição à radiação ionizante e tem alto custo. A RM, além do maior custo e pouca disponibilidade em nosso meio, tem tempo de exame longo, o que limita a sua utilização em crianças. A US tem se mostrado confiável e conveniente para quantificar a gordura visceral^(6,7), aliada ao seu baixo custo, disponibilidade e fácil execução, o que a torna o exame ideal para avaliação da população pediátrica^(6,7).

Suzuki et al.⁽⁸⁾ estimaram a distribuição da gordura visceral por meio da US, medindo a espessura da gordura pré-peritoneal e correlacionando-a com a espessura da gordura subcutânea, e denominaram esta medida de índice de gordura da parede abdominal (IGPA). Esses autores demonstraram uma forte correlação deste IGPA com as medidas da distribuição da gordura visceral obtidas por meio da TC em adultos.

Este é um estudo observacional, do tipo caso-controle, que tem o objetivo de: 1) comparar a espessura da gordura visceral, subcutânea e o IGPA, obtidos por meio da US, em crianças obesas com as normopeso; 2) relacionar estas medidas com a presença de DHGNA nas crianças obesas; 3) testar se a gordura pré-peritoneal (GPP) e o IGPA são parâmetros úteis para determinar a gordura visceral e a presença de DHGNA nas crianças obesas.

MATERIAIS E MÉTODOS

População de estudo

Foram estudadas 44 crianças com idade entre 7 e 14 anos, atendidas no Hospital Infantil Joana de Gusmão (HIJG), Florianópolis, SC. O grupo caso foi constituído de 22 crianças obesas com índice de massa corpórea (IMC) maior que o percentil 95 no gráfico de IMC do National Center for Health Statistics, e o grupo controle foi constituído de 22 crianças normopeso, pareadas quanto a idade e sexo.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HIJG, com o parecer nº 029/2009.

Exame ultrassonográfico

Os exames ultrassonográficos foram realizados com aparelho da marca Philips, modelo EnVison, com transdutor convexo de banda larga 3,5–7,0 MHz e transdutor linear de banda larga 5,0–12,0 MHz. A curva de ganho (*time gain compensation curve*) foi ajustada na posição neutra e o ganho geral do aparelho foi calibrado de modo que as estruturas líquidas como o conteúdo da vesícula biliar, a veia cava inferior e a aorta se apresentaram anecoicas. Todas as mensurações ultrassonográficas foram realizadas sem pressão sobre o transdutor.

Foram avaliados os seguintes parâmetros, pela média aritmética de três medidas:

a) Tecido celular subcutâneo (TCSC) – distância da pele à linha alba, mensurada na linha hemiesternal, 1 cm acima da cicatriz umbilical, utilizando-se o transdutor linear em um corte longitudinal (Figura 1);

b) GPP – distância da linha alba ao peritônio parietal anterior, mensurada na linha hemiesternal, 1 cm acima da cicatriz umbilical, utilizando-se o transdutor linear em um corte longitudinal (Figura 1);

c) Gordura intraperitoneal (GIP) – foi mensurada de três formas com transdutor convexo: i) GIP 1 – distância entre o peritônio anterior e a parede anterior da aorta mensurada na linha hemiesternal, 1 cm acima da cicatriz umbilical, em um corte transversal (Figura 2); ii) GIP 2 – distância entre o peritônio parietal anterior e a parede posterior da aorta mensurada na linha hemiesternal, 1 cm acima da cicatriz umbilical, em um corte transversal (Figura 2); iii) GIP 3 – espessura do omento menor: distância entre a superfície posterior do lobo esquerdo do fígado e a parede anterior da aorta mensurada ao nível da emergência do tronco celíaco na linha média da região epigástrica, em um corte longitudinal (Figura 3);

d) IGPA – foi calculado dividindo-se a maior medida da GPP pela menor medida do TCSC (Figura 4).

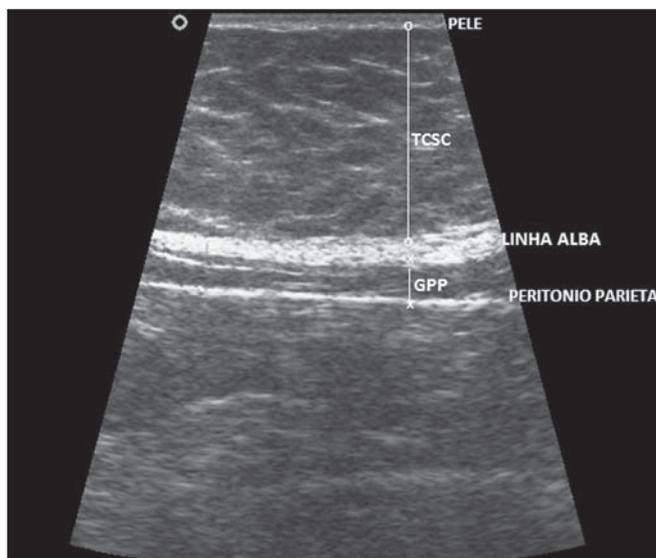


Figura 1. Ultrassonografia demonstrando a mensuração da espessura do tecido celular subcutâneo (TCSC) e da gordura pré-peritoneal (GPP).

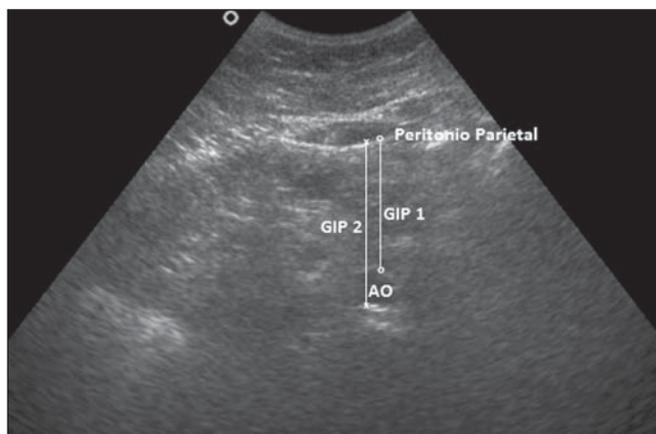


Figura 2. Ultrassonografia demonstrando a mensuração da GIP 1 – distância entre o peritônio parietal anterior e a parede anterior da aorta, e da GIP 2 – distância entre o peritônio parietal anterior e a parede posterior da aorta. AO, aorta.

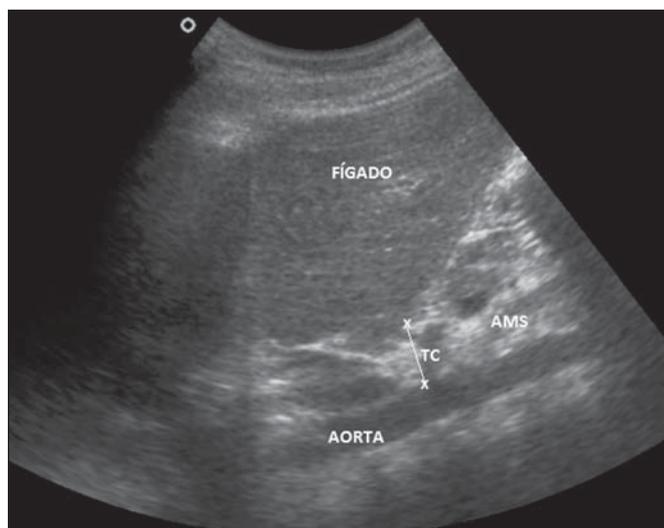


Figura 3. Ultrassonografia demonstrando a mensuração da distância entre a superfície posterior do lobo hepático esquerdo e a parede anterior da aorta (GIP 3). TC, tronco celiaco; AMS, artéria mesentérica superior.

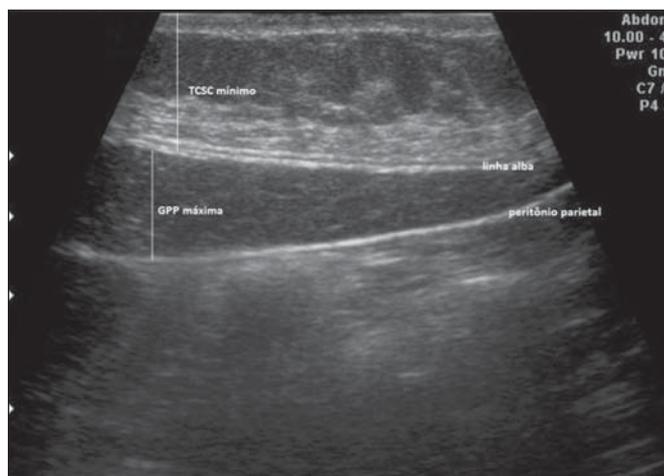


Figura 4. Ultrassonografia demonstrando a mensuração da gordura pré-peritoneal (GPP máxima) e do tecido celular subcutâneo (TCSC mínimo).

Foi considerado como presença de DHGNA ao exame ultrassonográfico o seguinte achado: aumento da ecogenicidade do parênquima hepático em relação ao parênquima renal direito acima do habitual, com atenuação do feixe ultrassonográfico posterior.

Os pacientes que apresentaram sinais ultrassonográficos de esteatose hepática coletaram os seguintes exames para exclusão de outras causas de doenças hepáticas: sorologias para hepatite A, B e C; eletroforese de proteínas; fator antinuclear; anticorpo antimúsculo liso; dosagem de ceruloplasmina e cobre sérico; alfa 1 antitripsina sérica.

Na análise estatística foram usados o teste *t* de Student e o teste exato de Fischer, sendo considerado como significantes quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Todos os parâmetros ultrassonográficos analisados apresentaram grande significância, destacando as medidas das

gorduras subcutâneas e viscerais, quando comparados os grupos de obesos e não obesos, conforme demonstrado na Tabela 1.

A DHGNA foi observada em oito pacientes obesos (36,36%), enquanto no grupo controle não foi encontrada em nenhuma criança. Nos pacientes com DHGNA não foram observadas alterações nos exames de rastreamento para outras doenças hepáticas.

Utilizando apenas o grupo de casos (pacientes obesos), correlacionou-se um novo desfecho (presença ou ausência de esteatose) com as medidas ultrassonográficas das gorduras viscerais, do TCSC e com o IGPA, conforme mostra a Tabela 2.

As variáveis com maior significância estatística foram as GPPs e o IGPA, com valor de $p < 0,0001$.

Considerando a significância estatística da GPP, foi calculado o poder da amostra levando-se em conta que o desvio-padrão do grupo de obesos foi 0,29 e o normopeso foi 0,13, a diferença entre as médias foi 0,29 e um erro tipo alfa de 0,05, e o poder da amostra foi 99%.

Tabela 1—Parâmetros ultrassonográficos dos pacientes, dos grupos casos e controles, na avaliação ultrassonográfica da gordura visceral e subcutânea em crianças obesas.

Parâmetros	Casos (n = 22) Média (DP)	Controles (n = 22) Média (DP)	Valor de p
Esteatose	0,63 (± 0,95)	0	0,003
TCSC	2,98 (± 0,81)	1,23 (± 0,89)	< 0,0001
TCSC mínima	2,69 (± 0,77)	1,11 (± 0,78)	< 0,0001
TCSC máxima	3,18 (± 0,85)	1,33 (± 0,9)	< 0,0001
GPP	0,52 (± 0,29)	0,22 (± 0,13)	< 0,0001
GPP mínima	0,45 (± 0,28)	0,19 (± 0,12)	0,0002
GPP máxima	0,58 (± 0,32)	0,25 (± 0,14)	< 0,0001
GIP 1	4,20 (± 1,39)	2,77 (± 0,63)	< 0,0001
GIP 2	5,12 (± 1,27)	3,86 (± 0,65)	0,0002
GIP 3	1,70 (± 0,48)	1,01 (± 0,23)	< 0,0001

DP, desvio-padrão; TCSC, tecido celular subcutâneo; GPP, gordura pré-peritoneal; GIP, gordura intraperitoneal.

Tabela 2—Parâmetros ultrassonográficos dos pacientes obesos (casos), comparando os pacientes com e sem DHGNA, na avaliação ultrassonográfica da gordura visceral e subcutânea em crianças obesas.

Parâmetros	Com DHGNA (n = 8) Média (DP)	Sem DHGNA (n = 14) Média (DP)	Valor de p
TCSC	3,37 (± 0,79)	2,76 (± 0,76)	0,09
TCSC mínima	3,16 (± 0,81)	2,42 (± 0,63)	0,02
TCSC máxima	3,64 (± 0,81)	2,91 (± 0,78)	0,05
GPP	0,86 (± 0,22)	0,32 (± 0,06)	< 0,0001
GPP mínima	0,78 (± 0,21)	0,27 (± 0,06)	< 0,0001
GPP máxima	0,93 (± 0,23)	0,37 (± 0,07)	< 0,0001
GIP 1	4,97 (± 1,21)	3,72 (± 1,30)	0,04
GIP 2	5,75 (± 0,92)	4,78 (± 1,33)	0,10
GIP 3	1,87 (± 0,48)	1,61 (± 0,46)	0,22
IGPA	0,30 (± 0,07)	0,15 (± 0,02)	< 0,0001

DHGNA, doença hepática gordurosa não alcoólica; DP, desvio-padrão; TCSC, tecido celular subcutâneo; GPP, gordura pré-peritoneal; GIP, gordura intraperitoneal; IGPA, índice de gordura da parede abdominal.

DISCUSSÃO

Indicadores indiretos da composição corporal são comumente usados como medidas substitutas para avaliar a adiposidade em adultos e crianças, nos quais os mais comuns são as dobras cutâneas, o IMC, a circunferência da cintura e do quadril. Estes indicadores são utilizados partindo do pressuposto que estão correlacionados com medidas mais diretas de adiposidade, como a gordura visceral e o TCSC, porém não conseguem diferenciar estas duas medidas^(9,10). De acordo com Camhi et al.⁽⁹⁾, a circunferência da cintura e o IMC podem não refletir de maneira fidedigna a gordura intra-abdominal. Além disso, as alterações sobre as medidas das dobras cutâneas são variáveis durante o pico de crescimento e especificamente em relação ao pico de velocidade do crescimento⁽¹⁰⁾. Portanto, para uma avaliação mais específica referente às gorduras intra-abdominais é necessária a utilização de algum método de imagem.

Até o momento não há muitos estudos abordando métodos para o diagnóstico rápido e preciso da gordura visceral em crianças. Trabalho de Mook-Kanamori et al.⁽¹¹⁾, que observou se a TC pode ser substituída pela US para determinar as medidas de gorduras intra-abdominais, sugere que a US em crianças para mensuração da GPP e da gordura visceral é um método válido para estudos epidemiológicos e clínicos. No presente estudo foi observada significância estatística com a gordura intra-abdominal e TCSC em relação à obesidade, resultado semelhante ao estudo de Radominski et al.⁽¹²⁾, no qual tanto a espessura intra-abdominal quanto a espessura subcutânea, medidas pela US, mostraram correlações significativamente positivas com o IMC.

No estudo de Hirooka et al.⁽¹³⁾ o volume da gordura foi definido por meio de três distâncias: a) entre a superfície interna da musculatura abdominal e a veia esplênica; b) entre a superfície interna da musculatura abdominal e a parede posterior da aorta no nível do umbigo; c) espessura da camada de gordura posterior à parede renal direita. No presente estudo verificou-se semelhança quanto à significância estatística em relação à espessura entre a superfície interna da musculatura abdominal e a parede posterior da aorta (GIP 2), porém não foi realizada mensuração entre a camada de gordura posterior e a parede renal direita, nem entre a superfície interna da musculatura abdominal e a veia esplênica, uma vez que esta inclui medidas pancreáticas e aquela envolve a gordura retroperitoneal, local em que não é frequente o acúmulo de gordura em crianças. Em substituição a estas medidas realizamos a mensuração da distância entre o peritônio anterior e a parede anterior da aorta (GIP 1) e a distância entre a superfície posterior do lobo esquerdo do fígado e a parede anterior da aorta (GIP 3), pois esta última avalia o omento menor. No trabalho de Hirooka et al.⁽¹³⁾, igualmente ao encontrado no presente estudo, observou-se correlação entre o volume de gordura com o IMC, e os pacientes que diminuíram o peso corporal também reduziram o volume da gordura, tanto na TC quanto na US. Assim, a

US também seria útil para avaliar a eficácia da terapia com dieta e exercício físico.

No presente estudo, a adiposidade visceral foi avaliada nas medidas das GIPs (GIP 1, GIP 2 e GIP 3) e GPP. A GPP, apesar de se encontrar na parede abdominal, é considerada visceral, pois está recoberta pelo peritônio. De todas as medidas, a GPP é a mais facilmente reproduzível na mensuração ultrassonográfica. Já a GIP, por envolver medidas relacionadas com a aorta, torna-se mais difícil de realizar, pois está mais suscetível a variação pela pressão do transdutor durante a avaliação.

Apesar de a biópsia hepática ser o padrão ouro para o diagnóstico da DHGNA, é um método invasivo e de alto custo⁽¹⁴⁾. De acordo com o trabalho de El-Koofy et al.⁽¹⁵⁾, a US tem sensibilidade e especificidade de 100% para a detecção de DHGNA, tornando-se um método importante e não invasivo para avaliação de esteatose hepática. Outros estudos têm investigado o emprego da TC e da RM para avaliação da esteatose hepática, no entanto, estes são exames de alto custo e muitas vezes exigem sedação da criança, além da exposição à radiação na realização da TC, o que inviabiliza seu emprego na rotina de investigação de DHGNA na população pediátrica^(14,16).

No presente estudo, ao exame ultrassonográfico foi observada a presença de esteatose apenas no grupo de crianças e adolescentes obesos (36,36%), confirmando a significativa associação entre a obesidade e a DHGNA⁽¹⁷⁻²⁰⁾.

Diante da grande importância relacionada à presença de DHGNA em crianças obesas, foram comparados os parâmetros ultrassonográficos entre os pacientes obesos com DHGNA e sem DHGNA, observando-se elevada significância estatística com as medidas das GPPs e o IGPA. Vale ressaltar que foi calculado o poder da amostra para a GPP, cujo resultado foi 99%, demonstrando que, apesar de se tratar de uma amostra reduzida, a associação foi de grande significância.

A alta significância estatística encontrada entre a DHGNA e a espessura da gordura visceral está de acordo com outros trabalhos^(21,22), que obtiveram resultados semelhantes ao observarem elevada associação entre a gravidade da esteatose hepática e o acúmulo de gordura visceral por meio da TC, independentemente do IMC.

A partir do trabalho de Suzuki et al.⁽⁸⁾ validando o IGPA pela US, outros autores^(13,23,24) demonstraram elevada reprodutibilidade deste método para a avaliação da gordura visceral. Sogabe et al.⁽²⁵⁾ obtiveram resultados semelhantes referente ao IGPA encontrado na US, observando maior propensão a disfunção hepática e esteatose hepática na população cuja relação GPP máxima/TCSC mínima foi ≥ 1 . Todos esses trabalhos validando o IGPA foram realizados em população de adultos.

Uma vez que todos os dados ultrassonográficos avaliados apresentaram grande significância, inclusive a GPP, acreditamos que estudos referentes à GPP e ao IGPA tornam-se de grande importância, uma vez que o acúmulo desta

é responsável por provocar a diminuição do metabolismo da glicose, distúrbios lipídicos e hipertensão arterial sistêmica, portanto, é considerado um ponto chave no desenvolvimento da síndrome metabólica⁽²⁶⁾.

Os conhecimentos adquiridos no presente estudo podem ser úteis para empregar um novo método de avaliação da gordura visceral e também buscar parâmetros ultrassonográficos que se alteram com o aumento do IMC.

CONCLUSÃO

Concluindo, tanto a espessura das gorduras viscerais quanto a espessura subcutânea e o IGPA, medidas pela US, mostraram correlações significativamente positivas com o IMC, e as medidas da GPP e do IGPA com a presença de DHGNA nas crianças obesas. Em virtude da sua fácil mensuração, não invasividade e reprodutibilidade, as medidas da GPP e do IGPA são úteis para a avaliação da gordura visceral e DHGNA em crianças obesas.

REFERÊNCIAS

- Abrams P, Levitt Katz LE. Metabolic effects of obesity causing disease in childhood. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2011;18:23–7.
- Edwards LA, Bugaresti JM, Buchholz AC. Visceral adipose tissue and the ratio of visceral to subcutaneous adipose tissue are greater in adults with than in those without spinal cord injury, despite matching waist circumferences. *Am J Clin Nutr.* 2008;87:600–7.
- Matsuzawa Y. Pathophysiology and molecular mechanisms of visceral fat syndrome: the Japanese experience. *Diabetes Metab Rev.* 1997;13:3–13.
- Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation.* 2007;116:39–48.
- Li X, Katashima M, Yasumasu T, et al. Visceral fat area, waist circumference and metabolic risk factors in abdominally obese Chinese adults. *Biomed Environ Sci.* 2012;25:141–8.
- Schwenzer NF, Springer F, Schraml C, et al. Non-invasive assessment and quantification of liver steatosis by ultrasound, computed tomography and magnetic resonance. *J Hepatol.* 2009;51:433–45.
- Dâmaso AR, do Prado WL, de Piano A, et al. Relationship between nonalcoholic fatty liver disease prevalence and visceral fat in obese adolescents. *Dig Liver Dis.* 2008;40:132–9.
- Suzuki R, Watanabe S, Hirai Y, et al. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. *Am J Med.* 1993;95:309–14.
- Camhi SM, Bray GA, Bouchard C, et al. The relationship of waist circumference and BMI to visceral, subcutaneous, and total body fat: sex and race differences. *Obesity (Silver Spring).* 2011;19:402–8.
- Katzmarzyk PT, Shen W, Baxter-Jones A, et al. Adiposity in children and adolescents: correlates and clinical consequences of fat stored in specific body depots. *Pediatr Obes.* 2012;7:e42–61.
- Mook-Kanamori DO, Holzhauer S, Hollestein LM, et al. Abdominal fat in children measured by ultrasound and computed tomography. *Ultrasound Med Biol.* 2009;35:1938–46.
- Radominski RB, Vezozzo DP, Cerri GG, et al. O uso da ultrasonografia na avaliação da distribuição de gordura abdominal. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2000;44:5–12.
- Hirooka M, Kumagi T, Kurose K, et al. A technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography. *Intern Med.* 2005;44:794–9.
- Nobili V, Alisi A, Raponi M. Pediatric non-alcoholic fatty liver disease: preventive and therapeutic value of lifestyle intervention. *World J Gastroenterol.* 2009;15:6017–22.
- El-Koofy N, El-Karaksy H, El-Akel W, et al. Ultrasonography as a non-invasive tool for detection of nonalcoholic fatty liver disease in overweight/obese Egyptian children. *Eur J Radiol.* 2012;81:3120–3.
- Fishbein MH, Mogren C, Gleason T, et al. Relationship of hepatic steatosis to adipose tissue distribution in pediatric nonalcoholic fatty liver disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2006;42:83–8.
- Dixon JB, Bhathal PS, O'Brien PE. Nonalcoholic fatty liver disease: predictors of nonalcoholic steatohepatitis and liver fibrosis in the severely obese. *Gastroenterology.* 2001;121:91–100.
- Souza MR, Diniz MF, Medeiros-Filho JE, et al. Metabolic syndrome and risk factors for non-alcoholic fatty liver disease. *Arq Gastroenterol.* 2012;49:89–96.
- Duarte MA, Silva GA. Hepatic steatosis in obese children and adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2011;87:150–6.
- Janczyk W, Socha P. Non-alcoholic fatty liver disease in children. *Clin Res Hepatol Gastroenterol.* 2012;36:297–300.
- Eguchi Y, Mizuta T, Sumida Y, et al. The pathological role of visceral fat accumulation in steatosis, inflammation, and progression of nonalcoholic fatty liver disease. *J Gastroenterol.* 2011;46 Suppl 1:70–8.
- Eguchi Y, Eguchi T, Mizuta T, et al. Visceral fat accumulation and insulin resistance are important factors in nonalcoholic fatty liver disease. *J Gastroenterol.* 2006;41:462–9.
- Nakanishi S, Matsuura B, Hirooka M, et al. Clinical usefulness of quantitative evaluation of visceral fat by ultrasonography. *J Med Ultrasonics.* 2007;34:151–7.
- Kawamoto R, Ohtsuka N, Nakamura S, et al. Preperitoneal fat thickness by ultrasonography and obesity-related disorders. *J Med Ultrasonics.* 2007;34:93–9.
- Sogabe M, Okahisa T, Hibino S, et al. Usefulness of differentiating metabolic syndrome into visceral fat type and subcutaneous fat type using ultrasonography in Japanese males. *J Gastroenterol.* 2012;47:293–9.
- Matsuzawa Y. The role of fat topology in the risk of disease. *Int J Obes (Lond).* 2008;32 Suppl 7:S83–92.