



ARTIGO ORIGINAL

# Accuracy of low dose CT in the diagnosis of appendicitis in childhood and comparison with USG and standard dose CT<sup>☆</sup>



Dae Yong Yi<sup>a</sup>, Kyung Hoon Lee<sup>a</sup>, Sung Bin Park<sup>b</sup>, Jee Taek Kim<sup>c</sup>, Na Mi Lee<sup>a</sup>, Hyery Kim<sup>a</sup>, Sin Weon Yun<sup>a</sup>, Soo Ahn Chae<sup>a</sup> e In Seok Lim<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Chung-Ang University Hospital, Department of Pediatrics, Seoul, Coreia do Sul

<sup>b</sup> Chung-Ang University Hospital, Department of Radiology, Seoul, Coreia do Sul

<sup>c</sup> Chung-Ang University Hospital, Department of Ophthalmology, Seoul, Coreia do Sul

Recebido em 23 de julho de 2016; aceito em 2 de janeiro de 2017

## KEYWORDS

Appendicitis;  
Childhood;  
Computed  
tomography;  
Ultrasonography

## Abstract

**Objectives:** Computed tomography should be performed after careful consideration due to radiation hazard, which is why interest in low dose CT has increased recently in acute appendicitis. Previous studies have been performed in adult and adolescents populations, but no studies have reported on the efficacy of using low-dose CT in children younger than 10 years.

**Methods:** Patients ( $n=475$ ) younger than 10 years who were examined for acute appendicitis were recruited. Subjects were divided into three groups according to the examinations performed: low-dose CT, ultrasonography, and standard-dose CT. Subjects were categorized according to age and body mass index (BMI).

**Results:** Low-dose CT was a contributive tool in diagnosing appendicitis, and it was an adequate method, when compared with ultrasonography and standard-dose CT in terms of sensitivity (95.5% vs. 95.0% and 94.5%,  $p=0.794$ ), specificity (94.9% vs. 80.0% and 98.8%,  $p=0.024$ ), positive-predictive value (96.4% vs. 92.7% and 97.2%,  $p=0.019$ ), and negative-predictive value (93.7% vs. 85.7% and 91.3%,  $p=0.890$ ). Low-dose CT accurately diagnosed patients with a perforated appendix. Acute appendicitis was effectively diagnosed using low-dose CT in both early and middle childhood. BMI did not influence the accuracy of detecting acute appendicitis on low-dose CT.

**Conclusion:** Low-dose CT is effective and accurate for diagnosing acute appendicitis in childhood, as well as in adolescents and young adults. Additionally, low-dose CT was relatively accurate, irrespective of age or BMI, for detecting acute appendicitis. Therefore, low-dose CT is recommended for assessing children with suspected acute appendicitis.

© 2017 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Sociedade Brasileira de Pediatria. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

DOI se refere ao artigo:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2017.01.004>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Yi DY, Lee KH, Park SB, Kim JT, Lee NM, Kim H, et al. Accuracy of low dose CT in the diagnosis of appendicitis in childhood and comparison with USG and standard dose CT. J Pediatr (Rio J). 2017;93:625–31.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [inseok@cau.ac.kr](mailto:inseok@cau.ac.kr) (I.S. Lim).

**PALAVRAS-CHAVE**

Apendicite;  
Infância;  
Tomografia  
computadorizada;  
Ultrassonografia

**Precisão de tomografia computadorizada (TC) de baixa dosagem no diagnóstico de apendicite na infância e comparação com ultrassonografia e TC de dosagem padrão****Resumo**

**Objetivos:** A tomografia computadorizada deve ser feita após cautelosa consideração devido ao perigo de radiação, motivo pelo qual o interesse na TC de baixa dosagem tem aumentado recentemente em casos de apendicite aguda. Estudos anteriores foram feitos em populações adultas ou adolescentes, porém nenhum relatou a eficácia do uso da TC de baixa dosagem em crianças com menos de 10 anos.

**Métodos:** Recrutamos pacientes (n=475) com menos de 10 anos examinados com relação a apendicite aguda. Os indivíduos foram divididos em três grupos de acordo com os exames feitos: TC de baixa dosagem, ultrassonografia e TC de dosagem padrão. Os indivíduos foram categorizados de acordo com a idade e o índice de massa corporal.

**Resultados:** A TC de baixa dosagem foi uma ferramenta de grande contribuição no diagnóstico de apendicite e um método adequado em comparação com a ultrassonografia e a TC de dosagem padrão em termos de sensibilidade (95,5% em comparação com 95% e 94,5%, p=0,794), especificidade (94,9% em comparação com 80% e 98,8%, p=0,024), valor preditivo positivo (96,4% em comparação com 92,7% e 97,2%, p=0,019) e valor preditivo negativo (93,7% em comparação com 85,7% e 91,3%, p=0,890). A TC de baixa dosagem diagnosticou de forma precisa pacientes com um apêndice perfurado. A apendicite aguda foi diagnosticada de maneira efetiva com a TC de baixa dosagem tanto na primeira quanto na segunda infância. O IMC não influenciou a precisão da detecção de apendicite aguda na TC de baixa dosagem.

**Conclusão:** A TC de baixa dosagem é eficaz e precisa no diagnóstico de apendicite aguda na infância, bem como em adolescentes e jovens adultos. Além disso, a TC de baixa dosagem foi relativamente precisa, independentemente de idade ou IMC, na detecção de apendicite aguda. Assim, a TC de baixa dosagem é recomendada na avaliação de crianças com suspeita de apendicite aguda.

© 2017 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Sociedade Brasileira de Pediatria. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introdução**

A apendicite aguda é a doença abdominal mais comum que exige cirurgia na população pediátrica. A incidência de apendicite é relativamente alta em pacientes pediátricos e a apendicite nesses pacientes tende a ser associada a taxas mais elevadas de perfuração.<sup>1-3</sup> Para prevenir complicações graves, como perfuração, pan-peritonite ou abscesso intra-abdominal, o diagnóstico precoce e o tratamento imediato, como a apendicectomia, são importantes. No passado, a taxa de apendicectomias negativas ou desnecessárias era maior do que é atualmente. Com os avanços recentes em técnicas de diagnóstico por imagem, como ultrassonografia (USG) ou tomografia computadorizada (TC), a precisão do diagnóstico de apendicite aguda melhorou e as taxas de apendicectomia negativa foram reduzidas.<sup>4</sup>

Entre essas modalidades de diagnóstico, a ultrassonografia foi considerada uma ferramenta de auxílio no diagnóstico de apendicite aguda nos últimos 30 anos e foi particularmente útil no diagnóstico de apendicite em crianças, porque não usa exposição à radiação ionizante e não é invasiva.<sup>4</sup> Contudo, a precisão de seu diagnóstico varia, depende do operador; ademais, fazer um diagnóstico com base em achados da ultrassonografia é difícil em pacientes obesos.<sup>4,5</sup> Entretanto, a TC tem alta sensibilidade e especificidade; assim, é um método diagnóstico relativamente preciso e, conseqüentemente, o número de exames de TC aumentou consideravelmente.<sup>4-6</sup> Contudo, a TC deve ser feita com

cuidado, devido à exposição à radiação associada e ao conseqüente risco de câncer.<sup>6-8</sup> Saito et al. relataram diversos métodos usados atualmente para diagnosticar a apendicite pediátrica em diferentes hospitais, porém não se chegou a uma conclusão clara com relação ao efeito da idade ou do índice de massa corporal (IMC).<sup>6</sup> Não há exposição à radiação ionizante com diagnóstico por imagem de ressonância magnética. O *scanner* é seguro durante a gravidez e o resultado do exame é confiável e preciso. Contudo, o diagnóstico por imagem de ressonância magnética não é usado amplamente quando se trata de custos.<sup>4</sup>

Por essas razões, há um crescente interesse na TC de baixa dosagem. Alguns estudos sobre a TC de baixa dosagem foram relatados, com foco em diferentes doenças, inclusive doenças cardíacas ou pulmonares, além de doenças abdominais, e em várias faixas etárias.<sup>9,10</sup> Além disso, muitos relatórios avaliaram diagnósticos que usaram a TC de baixa dosagem em adultos e adolescentes e esses achados foram aplicados na prática clínica.<sup>11-15</sup> Contudo, nenhum estudo relatou a eficácia de usar a TC de baixa dosagem no diagnóstico de apendicite aguda em crianças com menos de 10 anos, inclusive a primeira infância, pois estudos anteriores tiveram como foco principal jovens adultos ou adolescentes.

Assim, no presente estudo, avaliamos a utilidade e a precisão da TC de baixa dosagem no diagnóstico de apendicite aguda na infância e comparamos o uso da TC de baixa dosagem nesse contexto com a ultrassonografia abdominal e a TC abdominal de dosagem padrão.

## Métodos

### Pacientes e extração de dados

Foram recrutadas para o estudo crianças com menos de 10 anos internadas no Hospital Universitário Chung-Ang de março de 2005 a dezembro de 2014 com suspeita clínica de apendicite aguda.<sup>16</sup> Entre os recrutamentos, foram excluídos os pacientes não submetidos a avaliação radiológica e aqueles em que o propósito da avaliação radiológica não estava bem definido; assim, 616 pacientes foram identificados. Desses, ainda mais pacientes foram excluídos devido a apendicectomia anterior. Além disso, foram excluídos pacientes com uma anomalia gastrointestinal que causou falsa percepção estrutural durante a interpretação radiológica; pacientes diagnosticados por imagem de TC, porém para os quais a dosagem precisa de radiação não foi registrada; e aqueles com outras anomalias gastrointestinais, como intussuscepção ou malignidade; 484 pacientes foram incluídos anteriormente e foi feita análise retrospectiva em manifestações clínicas, achados laboratoriais, achados de diagnóstico por imagem, registros de operações e achados patológicos. Desses, nove crianças foram submetidas à TC após a ultrassonografia (TC de dosagem padrão: cinco pacientes; TC de baixa dosagem: quatro pacientes) e também foram excluídas. Nos 475 pacientes remanescentes, um único teste foi feito e, por fim, incluído no estudo. O diagnóstico final com apendicite tem como base registros de operações, achados e registros de patologias.

Os indivíduos foram categorizados em dois grupos de acordo com classificações etárias desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Saúde Infantil e Desenvolvimento Humano Eunice Kennedy Shriver: primeira infância (2-5 anos) e segunda infância (6-10 anos).<sup>17</sup>

O IMC foi calculado com base nos prontuários médicos do paciente e os indivíduos foram categorizados em três grupos de acordo com o IMC específico da idade: peso abaixo da média (< 5 percentis), peso normal (5-85 percentis) e acima do peso (> 85 percentis).

Este estudo foi conduzido com a aprovação do Conselho de Revisão Institucional (IRB) do Hospital Universitário Chung-Ang (IRB n°: 10-014-02-03) e o consentimento informado foi dispensado devido à natureza retrospectiva.

### Métodos de diagnóstico por imagem

Foram feitas TC de baixa dosagem e dosagem padrão e ultrassonografia abdominal em todos os indivíduos deste estudo ao apresentarem sintomas agudos e interpretadas por radiologistas especializados em abdômen. Outros radiologistas especializados em abdômen analisaram retrospectivamente as imagens radiológicas.

Em nossa instituição, os exames de TC para dor abdominal aguda foram feitos com meios de contraste intravenosos. Nenhum material de contraste oral ou retal foi usado. A dose de radiação da TC foi ajustada de acordo com a idade e o peso da criança.<sup>16</sup> Os exames foram feitos em *scanners* de TC Philips Brilliance iCT 256-slice ou Brilliance 64-slice (Philips Healthcare, Cleveland, OH, EUA) com algoritmos de reconstrução iterativa estatísticos (iDose).<sup>4</sup> O protocolo de TC usado foi a técnica de escaneamento baseada no tamanho (baseada no peso, 80–120 kVp), com modulação de dose

automática eixo Z baseada na imagem de reconhecimento (DoseRight, Philips Healthcare, Cleveland, OH, EUA). As imagens foram reformatadas a uma espessura de 3 mm por fatia no plano axial e 3 mm por fatia no plano frontal para análise clínica.

O principal critério para diagnóstico de apendicite por TC foi a visualização de um apêndice > 6 mm no diâmetro, um lúmen apendicular não opacificado e melhoria significativa da parede. O segundo critério na TC incluiu a visualização de acúmulo de gordura periapendicular, apendicólito, espessamento da parede intestinal, fluido livre, ar extraluminal e a presença de flegmão ou abscesso e os quatro critérios finais constituem evidência de perfuração.<sup>18–20</sup> Um escaneamento era considerado negativo quando se observava um apêndice normal ou caso não houvesse sinais secundários, mesmo se o apêndice não pudesse ser visualizado. A presença de qualquer diagnóstico alternativo para dor do paciente foi registrada, exceto adenite mesentérica, por se tratar de um diagnóstico de exclusão.

### Análise estatística

A análise estatística foi feita com o *software* estatístico SPSS 18.0 (SPSS Inc., IL, EUA). O teste de análise de variância (Anova), o teste *t* de Student, o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson e a análise de variância foram usados para analisar diferenças entre grupos. O nível de relevância estatística foi estabelecido em  $p < 0,05$ .

## Resultados

De 484 crianças avaliadas por métodos radiológicos, nove foram submetidas à TC após a ultrassonografia e receberam um diagnóstico preciso de apendicite. O diagnóstico foi seguido de apendicectomia. No restante dos 475 pacientes incluídos no estudo, um único teste foi feito. Dessas, 297 crianças foram finalmente diagnosticadas com apendicite aguda (tabela 1).

A idade média e a faixa etária eram ligeiramente maiores em pacientes submetidos a TC de dosagem padrão do que naqueles submetidos a TC de baixa dosagem ou ultrassonografia ( $p = 0,002$  e  $p = 0,022$ ). Contudo, não houve diferença significativa nos dois grupos de TC ( $p = 0,329$  e  $p = 1,000$ ). Além disso, o IMC médio foi ligeiramente mais elevado no grupo de TC de dosagem padrão ( $p = 0,000$ ). Em achados laboratoriais, houve diferenças significativas na contagem de leucócitos, na contagem de neutrófilos absoluta e nos níveis de proteína C reativa de alta sensibilidade entre os três grupos ( $p = 0,026$ ,  $p = 0,029$  e  $p = 0,013$ , respectivamente). Ademais, esses valores também não tiveram diferença significativa entre os dois grupos de TC ( $p = 0,749$ ,  $p = 0,494$  e  $0,329$ , respectivamente). Outros achados laboratoriais e manifestações clínicas são apresentados na tabela 1.

### Comparação dos parâmetros de dosagem de radiação entre grupos de TC

No que diz respeito aos dois grupos submetidos a TC, no grupo de TC de baixa dosagem, conforme comparado com o grupo de TC de dosagem padrão, a dose de radiação foi reduzida em 64,2% ( $2,06 \pm 0,52$  em comparação com

**Tabela 1** Manifestações clínicas e achados laboratoriais de acordo com métodos radiológicos em crianças com apendicite aguda

| Variável                                   | TC de baixa dosagem (n = 112) | USG abdominal (n = 40) | TC de dosagem padrão (n = 145) | Valor de p                            |                    |
|--|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
|  |                               |                        |                                | Três grupos de diagnóstico por imagem | Dois grupos de TC  |
| <i>Idade média (anos)</i>                  | 7,31 ± 1,94                   | 6,85 ± 2,08            | 7,94 ± 1,91                    | 0,002 <sup>a</sup>                    | 0,329              |
| <i>Faixa etária</i>                        |                               |                        |                                |                                       |                    |
| Primeira infância                          | 16 (14,3%)                    | 13 (32,5%)             | 20 (13,8%)                     | 0,022 <sup>a</sup>                    | 1,000              |
| Segunda infância                           | 96 (85,7%)                    | 27 (67,5%)             | 125 (86,2%)                    |                                       |                    |
| <i>Sexo masculino</i>                      | 74 (66,1%)                    | 19 (47,5%)             | 96 (66,2%)                     | 0,082                                 | 1,000              |
| <i>Índice de massa corporal médio</i>      | 16,26 ± 2,10                  | 16,26 ± 2,32           | 18,34 ± 3,30                   | 0,000 <sup>a</sup>                    | 0,000 <sup>a</sup> |
| <i>Tempo de internação (dias)</i>          | 4,8 ± 1,6                     | 4,8 ± 2,4              | 5,2 ± 1,9                      | 0,151                                 | 0,061              |
| <i>Número de pacientes perfurados</i>      | 32 (28,6%)                    | 7 (17,5%)              | 42 (29,0%)                     | 0,241                                 | 1,000              |
| <i>Achados laboratoriais</i>               |                               |                        |                                |                                       |                    |
| Contagem de leucócitos (/mm <sup>3</sup> ) | 14,438 ± 4,938                | 12,117 ± 4,670         | 14,241 ± 4,737                 | 0,026 <sup>a</sup>                    | 0,749              |
| CNA  | 11,654 ± 4,797                | 9,378 ± 4,519          | 11,245 ± 4,571                 | 0,029 <sup>a</sup>                    | 0,494              |
| TSE (mm/h)                                 | 8,2 ± 15,7                    | 6,4 ± 15,8             | 9,0 ± 17,1                     | 0,660                                 | 0,670              |
| PCRas (mg/dL)                              | 38,7 ± 57,0                   | 13,3 ± 25,4            | 31,8 ± 52,8                    | 0,031 <sup>a</sup>                    | 0,329              |

CNA, contagem de neutrófilos absoluta; PCRas, proteína C reativa de alta sensibilidade; TC, tomografia computadorizada; TSE, taxa de sedimentação de eritrócitos; USG, ultrassonografia.

<sup>a</sup> p < 0,05.

5,76 ± 3,23, p = 0,000). No que diz respeito à tensão e à corrente do tubo, contudo, não houve diferença significativa entre os dois grupos: TC de baixa dosagem comparado com o grupo de TC de dosagem padrão (93,58 ± 15,36 em comparação com 95,91 ± 17,20 e 92,56 ± 35,00 em comparação com 92,85 ± 42,17, p = 0,147 e p = 0,940, respectivamente).

### Comparação do diagnóstico de apendicite com base em estudos de diagnóstico por imagem

Comparamos a utilidade de fazer um diagnóstico de apendicite aguda com base em estudos de diagnóstico por imagem na [tabela 2](#). Não houve diferença significativa na sensibilidade entre as três abordagens (95,5% em comparação com 95% e 94,5%, respectivamente, p = 0,794) e ainda incluímos os pacientes que tiveram seu apêndice perfurado. Não houve diferença significativa em especificidade e valor preditivo positivo (VPP) entre os três grupos (94,9% em comparação com 80% e 98,8%, respectivamente, p = 0,004 e 96,4% em comparação com 92,7% e 97,2%, respectivamente, p = 0,019). Contudo, ao comparar os grupos de TC de baixa dosagem e TC de dosagem padrão, não houve diferença significativa (p = 0,194 e p = 0,175, respectivamente) e ambas as modalidades de diagnóstico por imagem por TC foram melhores em comparação com a ultrassonografia. Ademais, não houve diferença significativa no valor preditivo negativo (VPN) entre os três grupos (93,7% em comparação com 85,7% e 91,3%, respectivamente, p = 0,890). Ao fazer um diagnóstico de apêndice perfurado, a TC de baixa dosagem e a TC de dosagem padrão foram efetivas e relativamente precisas. Assim, ambas as modalidades de TC foram ferramentas de diagnóstico melhores em comparação com a ultrassonografia

(100% em comparação com 85,7% e 100%, respectivamente, p = 0,027).

### Comparação dos métodos de diagnóstico de acordo com a faixa etária

Na primeira infância, a apendicite aguda foi diagnosticada de forma precisa em todos os três grupos: grupo de TC de baixa dosagem, grupo de TC de dosagem padrão e grupo de ultrassonografia. Além disso, não houve diferença significativa entre os três grupos ([tabela 3](#)). Ao comparar a TC de baixa dosagem com a TC de dosagem padrão, não houve diferença significativa na sensibilidade, especificidade, VPP e VPN entre os dois grupos (100% em comparação com 95%, p = 1,000, 96,4% em comparação com 100%, p = 0,491, 94,1% em comparação com 100%, p = 0,472 e 100% em comparação com 96,7%, p = 1,000, respectivamente). Ademais, nos pacientes da segunda infância, não houve diferença significativa na sensibilidade entre os três grupos (94,8% em comparação com 92,6% e 94,4%, respectivamente, p = 0,829). Não houve diferença significativa na especificidade entre os três grupos (94% em comparação com 78,6% e 98,2%, respectivamente, p = 0,011). Contudo, não houve diferença significativa (p = 0,341) entre a TC de baixa dosagem e a TC de dosagem padrão. Ambos os grupos apresentaram um valor mais elevado do que o grupo de ultrassonografia. O VPP apresentou uma diferença significativa entre os grupos de ultrassonografia e os dois grupos de TC (96,8% em comparação com 89,3% e 99,2%, respectivamente, p = 0,009). Não houve diferença significativa no VPP (p = 0,323) entre os dois grupos de TC. Adicionalmente, o VPN não apresentou diferença significativa entre os três grupos (90,4% em comparação com 84,6% e 88,7%, respectivamente, p = 0,865).

**Tabela 2** Comparação da disponibilidade entre tomografia computadorizada de baixa dosagem e ultrassonografia abdominal ou tomografia computadorizada de dosagem padrão em crianças com apendicite aguda

| Variáveis   | TC de baixa dosagem (n = 190) | USG abdominal (n = 55) | TC de dosagem padrão (n = 230) | Valor de p                            |                   |
|---|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|   |                               |                        |                                | Três grupos de diagnóstico por imagem | Dois grupos de TC |
| <i>Diagnóstico de apendicite (inclusive pacientes perfurados)</i> |                               |                        |                                |                                       |                   |
| Sensibilidade   | 107/112 (95,5%)               | 38/40 (95,0%)          | 137/145 (94,5%)                | 0,794                                 | 0,781             |
| Especificidade  | 74/78 (94,9%)                 | 12/15 (80,0%)          | 84/85 (98,8%)                  | 0,004 <sup>a</sup>                    | 0,194             |
| VPP   | 107/111 (96,4%)               | 38/41 (92,7%)          | 137/138 (97,2%)                | 0,019 <sup>a</sup>                    | 0,175             |
| VPN   | 74/79 (93,7%)                 | 12/14 (85,7%)          | 84/92 (91,3%)                  | 0,890                                 | 0,774             |
| <i>Diagnóstico de perfuração</i>                                  | 32/32 (100%)                  | 6/7 (85,7%)            | 42/42 (100%)                   | 0,027 <sup>a</sup>                    | NS                |

NS, não há diferença significativa; TC, tomografia computadorizada; USG, ultrassonografia; VPN, valor preditivo negativo; VPP, valor preditivo positivo.

<sup>a</sup>  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** Comparação de métodos radiológicos para diagnóstico de acordo com a faixa etária em crianças com apendicite aguda

| Faixa etária                | Variável       | TC de baixa dosagem (n = 190) | USG abdominal (n = 55) | TC de dosagem padrão (n = 230) | Valor de p                            |                   |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                             |                |                               |                        |                                | Três grupos de diagnóstico por imagem | Dois grupos de TC |
| Primeira infância (n = 107) | Sensibilidade  | 16/16 (100%)                  | 13/13 (100%)           | 19/20 (95,0%)                  | 0,289                                 | 1,000             |
|                             | Especificidade | 27/28 (96,4%)                 | 1/1 (100%)             | 29/29 (100%)                   | 0,365                                 | 0,491             |
|                             | VPP            | 16/17 (94,1%)                 | 13/13 (100%)           | 19/19 (100%)                   | 0,878                                 | 0,472             |
|                             | VPN            | 27/27 (100%)                  | 1/1 (100%)             | 29/30 (96,7%)                  | 0,349                                 | 1,000             |
| Segunda infância (n = 368)  | Sensibilidade  | 91/96 (94,8%)                 | 25/27 (92,6%)          | 118/125 (94,4%)                | 0,829                                 | 1,000             |
|                             | Especificidade | 47/50 (94,0%)                 | 11/14 (78,6%)          | 55/56 (98,2%)                  | 0,011 <sup>a</sup>                    | 0,341             |
|                             | VPP            | 91/94 (96,8%)                 | 25/28 (89,3%)          | 118/119 (99,2%)                | 0,009 <sup>a</sup>                    | 0,323             |
|                             | VPN            | 47/52 (90,4%)                 | 11/13 (84,6%)          | 55/62 (88,7%)                  | 0,865                                 | 1,000             |

TC, tomografia computadorizada; USG, ultrassonografia; VPN, valor preditivo negativo; VPP, valor preditivo positivo.

<sup>a</sup> O valor de p foi estatisticamente significativo,  $< 0,05$ .

## Comparação dos métodos de diagnóstico de acordo com o IMC

A **tabela 4** apresenta a comparação de métodos radiológicos para diagnóstico de acordo com o IMC específico da idade. Entre pacientes com peso menos de 5 pontos percentis abaixo da média, apenas um paciente não obteve um diagnóstico. Foram feitos diagnósticos precisos em todos os três grupos. Adicionalmente, entre pacientes com IMC normal, a sensibilidade e o VPN não apresentaram diferenças significativas (95,5% em comparação com 92,6% e 94,8%,  $p=0,795$  e 93,2% em comparação com 71,4% e 92,2%,  $p=0,336$ , respectivamente) entre grupos. Além disso, a especificidade e o VPP não apresentaram diferenças significativas entre os dois tipos de dosagens de TC e foram mais elevados nos grupos de TC do que no grupo de ultrassonografia (93,2% em comparação a 98,3%, respectivamente;  $p=0,207$  e 95,5% em comparação com 98,9%, respectivamente;  $p=0,206$ ). Adicionalmente, entre os pacientes acima do peso, apenas três não foram diagnosticados. Contudo, não houve diferença significativa no diagnóstico de acordo com os três métodos radiológicos.

## Discussão

É altamente possível que a apendicite aguda possa se apresentar com características clínicas atípicas em pacientes pediátricos. Uma complicação, como um apêndice perfurado, poderá se manifestar como o sintoma inicial da apendicite. Portanto, é fundamental fazer um diagnóstico precoce de apendicite aguda, principalmente nesses pacientes jovens. Para minimizar o atraso no diagnóstico e diagnósticos falso positivos e/ou falso negativos, a decisão sobre e a interpretação da avaliação radiológica são essenciais.<sup>21-25</sup>

Contudo, com a maior taxa de ocorrência de câncer devido a exposição à radiação, tem havido preocupações com relação ao escaneamento por TC.<sup>7,26,27</sup> Tem havido muitos estudos sobre a utilidade da TC de baixa dosagem no diagnóstico de apendicite aguda. Contudo, nenhum estudo relatou a eficácia de usar a TC de baixa dosagem para fazê-lo na infância, como em neonatos e em crianças jovens. Neste estudo, examinamos a utilidade e precisão de diferentes exames de radiologia, a depender da faixa etária e do IMC específico da idade. Diferentemente de estudos anteriores, tentamos confirmar que a TC de baixa dosagem também é eficaz no grupo da primeira infância.

**Tabela 4** Comparação de métodos radiológicos para diagnóstico de acordo com o índice de massa corporal em crianças com apendicite aguda

| Grupo de IMC                         | Variável       | TC de baixa dosagem (n = 190) | USG abdominal (n = 55) | TC de dosagem padrão (n = 230) | Valor de p                            |                   |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                                      |                |                               |                        |                                | Três grupos de diagnóstico por imagem | Dois grupos de TC |
| Peso abaixo da média (< 5P) (n = 46) | Sensibilidade  | 11/12 (91,7%)                 | 7/7 (100%)             | 7/7 (100%)                     | 1,000                                 | 1,000             |
|                                      | Especificidade | 10/10 (100%)                  | 3/3 (100%)             | 7/7 (100%)                     | NS                                    | NS                |
|                                      | VPP            | 11/11 (100%)                  | 7/7 (100%)             | 7/7 (100%)                     | NS                                    | NS                |
|                                      | VPN            | 10/11 (90,9%)                 | 3/3 (100%)             | 7/7 (100%)                     | 0,774                                 | 1,000             |
| Normal (5 ~ 85P) (n = 339)           | Sensibilidade  | 85/89 (95,5%)                 | 25/27 (92,6%)          | 91/96 (94,8%)                  | 0,795                                 | 1,000             |
|                                      | Especificidade | 55/59 (93,2%)                 | 5/8 (62,5%)            | 59/60 (98,3%)                  | 0,002 <sup>a</sup>                    | 0,207             |
|                                      | VPP            | 85/89 (95,5%)                 | 25/28 (89,3%)          | 91/92 (98,9%)                  | 0,021 <sup>a</sup>                    | 0,206             |
|                                      | VPN            | 55/59 (93,2%)                 | 5/7 (71,4%)            | 59/64 (92,2%)                  | 0,336                                 | 1,000             |
| Acima do peso (85P <) (n = 90)       | Sensibilidade  | 11/11 (100%)                  | 6/6 (100%)             | 39/42 (92,9%)                  | 0,301                                 | 1,000             |
|                                      | Especificidade | 9/9 (100%)                    | 4/4 (100%)             | 18/18 (100%)                   | NS                                    | NS                |
|                                      | VPP            | 11/11 (100%)                  | 6/6 (100%)             | 39/39 (100%)                   | NS                                    | NS                |
|                                      | VPN            | 9/9 (100%)                    | 4/4 (100%)             | 18/21 (85,7%)                  | 0,200                                 | 0,534             |

IMC, índice de massa corporal; NS, não há diferença significativa; TC, tomografia computadorizada; USG, ultrassonografia; VPN, valor preditivo negativo; VPP, valor preditivo positivo.

<sup>a</sup> O valor de p foi estatisticamente significativo, < 0,05.

De acordo com nossos resultados, a TC de baixa dosagem foi confirmada como eficaz na feitura de um diagnóstico de apendicite aguda, até diagnosticou pacientes com apêndice perfurado, em comparação com ultrassonografia ou TC de dosagem padrão. Após uma comparação com base na faixa etária, também se confirmou eficaz tanto no grupo da primeira quanto da segunda infância. Além disso, em uma comparação com base no IMC específico da idade, confirmou-se que a TC de baixa dosagem é eficaz no diagnóstico de apendicite aguda não apenas em pacientes com peso abaixo da média, mas também em pacientes acima do peso. A TC de baixa dosagem foi eficaz no diagnóstico em todos os pacientes, principalmente aqueles com um IMC acima de 95 percentis. Em todos os casos, a TC de baixa dosagem se mostrou mais eficaz ou tão eficaz quanto a TC de dosagem padrão ou a ultrassonografia em termos de sensibilidade, especificidade, VPP e VPN. Esses achados foram semelhantes aos de estudos pediátricos anteriores sobre outras doenças. Ademais, ele concorda com estudos anteriores com base em uma população adulta sobre a utilidade da TC de baixa dosagem no diagnóstico de apendicite aguda.<sup>11,12</sup>

Contudo, devido à natureza retrospectiva do estudo, a TC não foi feita com uma dose pré-determinada, porém, em vez disso, de acordo com a idade e o peso. Por essas razões, não houve consistência na tensão ou na corrente do tubo. Em especial, a abrangência foi relativamente maior no caso da TC de dosagem padrão. Além disso, a idade média foi ligeiramente menor no grupo de TC de baixa dosagem em comparação com o grupo de TC de dosagem padrão. Ainda assim, não houve diferença significativa relacionada à idade entre os dois grupos de TC. Adicionalmente, também não houve diferença significativa no número de pacientes em cada grupo. Além disso, a dose de radiação foi de fato 64,2% menor no grupo de TC de baixa dosagem.

No presente estudo, dos 614 pacientes (inclusive os excluídos devido a uma dose de radiação indefinida), nos quais foi feita ultrassonografia ou TC sob a suspeita de

apendicite, 388 de fato tiveram apendicite e os outros 226 não tiveram. Durante o procedimento diagnóstico, os pacientes que apresentavam outras doenças, com base nos resultados de testes, como intussuscepção ou malignidade, foram inicialmente excluídos. Além disso, inicialmente também excluímos aqueles em que o propósito da avaliação radiológica não estava claro; portanto, o número do grupo de pacientes negativos pode ser maior e o VPN real também pode ser maior do que o encontrado neste estudo.

Contudo, nossos resultados não apoiam o uso imprudente da TC de baixa dosagem no diagnóstico de apendicite aguda. De acordo com um relatório da Academia Nacional de Ciências sobre riscos de saúde decorrentes da exposição a baixos níveis de radiação ionizante, BEIR VII, haveria um aumento linear no risco de desenvolvimento de câncer mesmo com baixa dosagem, sem um limite específico.<sup>28</sup> Isso também deveria vir acompanhado pelo estabelecimento de uma lógica adequada para a idade e dose de radiação usada em cada centro. Nos últimos anos, a ultrassonografia abdominal tem sido usada como a primeira linha no diagnóstico de apendicite aguda não apenas em adultos, mas também em crianças. Em casos ambíguos, uma TC é feita. Esse protocolo de estadiamento tem sido estudado e relatado e deve ser aplicado em um ambiente clínico.<sup>18,29</sup> Nesses casos, a TC de baixa dosagem poderá se tornar uma modalidade opcional à TC de dosagem padrão. Adicionalmente, em nosso estudo, em termos de casos em que uma TC foi feita após a ultrassonografia, havia quatro pacientes no grupo de TC de baixa dosagem e cinco pacientes no grupo de TC de dosagem padrão. Além disso, um diagnóstico preciso foi feito com uma probabilidade de 100% em todos os 15 pacientes, inclusive nos seis pacientes excluídos da presente análise, devido a uma falta de dados de dosagem precisos.

Há diversas limitações em nosso estudo. O número de pacientes diagnosticados por meio de ultrassonografia foi menor do que o número de pacientes diagnosticados com apendicite por meio de TC de baixa dosagem; portanto, não

é possível fazer uma comparação direta entre essas duas opções. Entretanto, vários estudos anteriores investigaram o diagnóstico por meio de ultrassonografia, que se mostrou altamente dependente da opinião de especialista ou da opinião subjetiva do observador. Ademais, não houve diferença considerável no grau de precisão do diagnóstico por meio da ultrassonografia entre este estudo e estudos anteriores.<sup>30,31</sup> Assim, nossos resultados indicam que a TC de baixa dosagem não é inferior à ultrassonografia no diagnóstico de apendicite.

Conclusão: a TC de baixa dosagem é efetiva e relativamente precisa no diagnóstico de apendicite aguda de pacientes na infância, bem como na adolescência e na vida adulta jovem. Além disso, a TC de baixa dosagem foi altamente precisa, independentemente de idade ou IMC, na detecção da apendicite aguda. Portanto, a TC de baixa dosagem poderá ser uma excelente ferramenta de diagnóstico quando comparada com a ultrassonografia e poderá ser uma modalidade opcional à TC padrão para avaliar pacientes pediátricos com suspeita de apendicite aguda.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Addiss DG, Shaffer N, Fowler BS, Tauxe RV. The epidemiology of appendicitis and appendectomy in the United States. *Am J Epidemiol.* 1990;132:910–25.
2. Lee JH, Park YS, Choi JS. The epidemiology of appendicitis and appendectomy in South Korea: national registry data. *J Epidemiol.* 2010;20:97–105.
3. Narsule CK, Kahle EJ, Kim DS, Anderson AC, Luks FI. Effect of delay in presentation on rate of perforation in children with appendicitis. *Am J Emerg Med.* 2011;29:890–3.
4. Parks NA, Schroepel TJ. Update on imaging for acute appendicitis. *Surg Clin North Am.* 2011;91:141–54.
5. Pepper VK, Stanfill AB, Pearl RH. Diagnosis and management of pediatric appendicitis, intussusception, and Meckel diverticulum. *Surg Clin North Am.* 2012;92:505–26, vii.
6. Saito JM, Yan Y, Evashwick TW, Warner BW, Tarr PI. Use and accuracy of diagnostic imaging by hospital type in pediatric appendicitis. *Pediatrics.* 2013;131:e37–44.
7. Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL, American Academy of Pediatrics Section on Radiology. Radiation risk to children from computed tomography. *Pediatrics.* 2007;120:677–82.
8. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography – an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med.* 2007;357:2277–84.
9. Sun J, Zhang Q, Hu D, Duan X, Peng Y. Improving pulmonary vessel image quality with a full model-based iterative reconstruction algorithm in 80 kVp low-dose chest CT for pediatric patients aged 0–6 years. *Acta Radiol.* 2015;56:761–8.
10. Zheng M, Zhao H, Xu J, Wu Y, Li J. Image quality of ultra-low-dose dual-source CT angiography using high-pitch spiral acquisition and iterative reconstruction in young children with congenital heart disease. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2013;7:376–82.
11. Kim K, Kim YH, Kim SY, Kim S, Lee YJ, Kim KP, et al. Low-dose abdominal CT for evaluating suspected appendicitis. *N Engl J Med.* 2012;366:1596–605.
12. Keyzer C, Tack D, de Maertelaer V, Bohy P, Gevenois PA, Van Gansbeke D. Acute appendicitis: comparison of low-dose and standard-dose unenhanced multi-detector row CT. *Radiology.* 2004;232:164–72.
13. Fefferman NR, Bomszyk E, Yim AM, Rivera R, Amodio JB, Pinkney LP, et al. Appendicitis in children: low-dose CT with a phantom-based simulation technique – initial observations. *Radiology.* 2005;237:641–6.
14. Poletti PA, Platon A, De Perrot T, Sarasin F, Anderegg E, Rutschmann O, et al. Acute appendicitis: prospective evaluation of a diagnostic algorithm integrating ultrasound and low-dose CT to reduce the need of standard CT. *Eur Radiol.* 2011;21:2558–66.
15. Kim SY, Lee KH, Kim K, Kim TY, Lee HS, Hwang SS, et al. Acute appendicitis in young adults: low- versus standard-radiation-dose contrast-enhanced abdominal CT for diagnosis. *Radiology.* 2011;260:437–45.
16. Goo HW. CT radiation dose optimization and estimation: an update for radiologists. *Korean J Radiol.* 2012;13:1–11.
17. Williams K, Thomson D, Seto I, Contopoulos-Ioannidis DG, Ioannidis JP, Curtis S, et al. Standard 6: age groups for pediatric trials. *Pediatrics.* 2012;129:S153–60.
18. Srinivasan A, Servaes S, Peña A, Darge K. Utility of CT after sonography for suspected appendicitis in children: integration of a clinical scoring system with a staged imaging protocol. *Emerg Radiol.* 2015;22:31–42.
19. Rodriguez DP, Vargas S, Callahan MJ, Zurakowski D, Taylor GA. Appendicitis in young children: imaging experience and clinical outcomes. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;186:1158–64.
20. Curtin KR, Fitzgerald SW, Nemcek AA Jr, Hoff FL, Vogelzang RL. CT diagnosis of acute appendicitis: imaging findings. *AJR Am J Roentgenol.* 1995;164:905–9.
21. Becker T, Kharbanda A, Bachur R. Atypical clinical features of pediatric appendicitis. *Acad Emerg Med.* 2007;14:124–9.
22. Papandria D, Goldstein SD, Rhee D, Salazar JH, Arlikar J, Gorgy A, et al. Risk of perforation increases with delay in recognition and surgery for acute appendicitis. *J Surg Res.* 2013;184:723–9.
23. Kulik DM, Uleryk EM, Maguire JL. Does this child have appendicitis? A systematic review of clinical prediction rules for children with acute abdominal pain. *J Clin Epidemiol.* 2013;66:95–104.
24. Karul M, Berliner C, Keller S, Tsui TY, Yamamura J. Imaging of appendicitis in adults. *Rofo.* 2014;186:551–8.
25. Brennan GD. Pediatric appendicitis: pathophysiology and appropriate use of diagnostic imaging. *CJEM.* 2006;8:425–32.
26. Hammer GP, Seidenbusch MC, Regulla DF, Spix C, Zeeb H, Schneider K, et al. Childhood cancer risk from conventional radiographic examinations for selected referral criteria: results from a large cohort study. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197:217–23.
27. Journy N, Ancelet S, Rehel JL, Mezzarobba M, Aubert B, Laurier D, et al. Predicted cancer risks induced by computed tomography examinations during childhood, by a quantitative risk assessment approach. *Radiat Environ Biophys.* 2014;53:39–54.
28. Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation; National Research Council. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: Beir VII Phase II. Washington, DC: National Academic Press; 2006.
29. Ramarajan N, Krishnamoorthi R, Barth R, Ghanouni P, Mueller C, Dannenburg B, et al. An interdisciplinary initiative to reduce radiation exposure: evaluation of appendicitis in a pediatric emergency department with clinical assessment supported by a staged ultrasound and computed tomography pathway. *Acad Emerg Med.* 2009;16:1258–65.
30. Karabulut N, Kiroglu Y, Herek D, Kocak TB, Erdur B. Feasibility of low-dose unenhanced multi-detector CT in patients with suspected acute appendicitis: comparison with sonography. *Clin Imaging.* 2014;38:296–301.
31. Keyzer C, Zalcman M, De Maertelaer V, Coppens E, Bali MA, Gevenois PA, et al. Comparison of US and unenhanced multi-detector row CT in patients suspected of having acute appendicitis. *Radiology.* 2005;236:527–34.