

## 소아 급성충수염에서 복부초음파 진단오류의 원인

김유미, 정재희

가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 외과학교실

## Cause of Abdominal Ultrasound Diagnostic Errors in Children with Acute Appendicitis

Yoo Mi Kim, Jae Hee Chung

Department of Surgery, Yeouido St. Mary's Hospital, School of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

**Purpose:** The use of CT as a diagnostic tool in pediatric acute appendicitis is increasing because of its high sensitivity and specificity. However, due to both the serious concerns about radiation of CT and the convenience and reasonable cost of ultrasound (US) examination, US has value on the initial diagnosis of acute appendicitis despite of the lower sensitivity in children. The purpose of this study was to examine the factors that affect the rate of false negative diagnosis of the ultrasound from the patients who received laparoscopic appendectomy.

**Methods:** The pediatric appendectomy cases from 2002 to 2013 in Yeouido St. Mary's Hospital have been reviewed through the medical records. We included patients who underwent an initial screening by ultrasound examination.

**Results:** Among 181 patients, 156 patients were the sono-positive group and 25 patients were sono-negative group. There is no significant difference in ages, genders, physical examination findings and white blood cell count between the two groups. But, the degree of inflammation of appendicitis (simple, 58.3% vs. 32.0%; complicated, 41.7% vs. 68.0%) and the appendix position (antececal, 85.0% vs. 12.0%; retrocecal, 13.7% vs. 44.0%; pelvic, 1.3% vs. 44.0%) were significantly different between the two groups (sono-positive group vs. sono-negative group;  $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The position of the appendix may act as a factor that causes an error in the diagnostic ultrasound, especially, in the retrocecal type and the pelvic type with the higher risk of necrosis or perforation.

**Keywords:** Appendicitis, Ultrasonography, Diagnostic errors

## 서론

급성충수염은 약 7%의 유병률을 가지는 가장 흔한 복부 응급질환이다[1]. 정확한 원인은 알 수 없지만 분식, 림프양 증식증 등으로 인한 내강폐색이 원인이 되어 발생하며, 남자 및 10대 연령에서 가장 호발한다[2]. 소아에서 급성충수염의 진단이 어려운 이유는 증상이 비특이적이며 환아가 통증에 대해 정확한 표현을 못하는 경우도 많고, 수술을 필요로 하지 않고 보존적으로도 치료가 되는 다른 질환도 급성충수염과 비슷한 증상을 나타내기 때문이다. 오진율은 문헌에 따라

6.9%에서 27.6%까지 보고하고 있다[3-5]. 오진에 의해 급성 충수염 수술이 지연되면 충수의 천공이 발생하기 쉽고, 결국 복막염 및 복강 내 농양, 패혈증, 장 폐색 등의 합병증이 발생하여 입원기간이 길어지며 그로 인한 의료비용의 상승이 일어나고, 문헌에 따라서 3.5배에서 10배까지도 사망률이 증가한다고 보고하고 있다[2]. 오진율 및 천공률이 나이가 어릴수록 빈도가 증가하여 1세 이하에서는 100%까지도 증가한다[2]. 따라서 급성충수염은 조기의 정확한 진단이 중요하며, 주로 임상적 증상, 혈액검사 및 영상을 이용한 검사 등을 진단에 종합적으로 사용한다. 압박초음파 방법이 1986년

Received: June 13, 2016, Revised: September 12, 2016, Accepted: October 11, 2016

Correspondence: Jae Hee Chung, Department of Surgery, Yeouido St. Mary's Hospital, School of Medicine, The Catholic University of Korea, 10 63-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07345, Korea.

Tel: +82-2-3779-1040, Fax: +82-2-786-0802, E-mail: jhjung@catholic.ac.kr

Copyright © 2016 Korean Association of Pediatric Surgeons. All right reserved.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Puylaert [6]에 의해 처음 기술된 이후로 빠르게 전 세계적으로 널리 사용되어 왔다. 최근에는 초음파 정확도에 한계가 있어, 컴퓨터 단층촬영(CT)이나 자기공명영상(MRI) 등 정확도 높은 진단방법들이 소아 급성충수염 진단에 초기 검사로 사용이 늘어나고 있다[7,8]. 그러나 CT의 방사선조사에 대한 우려와 MRI의 고비용의 단점들이 있는 반면, 복부 초음파의 이용 편리성 및 합리적인 비용 등의 장점을 고려할 때 초음파검사가 여전히 소아 급성충수염의 초기 진단방법으로 유용한 가치를 가지고 있음은 부인할 수 없다. 초음파의 진단적 한계를 극복할 수 있는 다른 보완적 방법에 대한 연구가 진행되고 있고, 이를 통해 초음파검사를 소아의 급성충수염의 초기 진단방법으로 적극적으로 사용해야 한다고 주장하고 있다[1]. 초음파검사는 특이도가 높아 급성충수염을 확진하는 데는 유용하나 민감도가 비교적 낮아 질환을 확실히 배제할 수는 없다[7,9]. 어떠한 경우가 초음파검사의 정확도를 떨어지게 하는지를 알아보는 것도 이러한 한계점을 극복하는 데에 중요할 것으로 생각된다. 이에 이번 연구에서는 본원에서 수술로 충수염을 진단받았던 환자 중에서 초음파검사의 진단 위음성률에 영향을 주는 요인들을 살펴보고자 하였다.

## 대상 및 방법

2002년부터 2013년까지 여의도성모병원에서 급성충수염으로 진단되어 수술 받은 만 15세 이하의 환자 중 초음파를 초기검사로 시행한 환자들을 선별하여 의무기록을 검토하였다. 환자의 나이, 성별, 신체검진 소견, 백혈구 수치, 충수염의 정도, 충수의 위치, 초음파 소견, 진단점수제 점수, 초음파검사 이외의 진단을 위해 시행되었던 검사 등을 조사하여 비교하였다. 충수염의 정도는 단순형과 복잡형으로 나누었고 단순형은 화농충수염, 복잡형은 괴저성 충수염, 천공성충수염 및 충수주위농양을 포함시켰다. 충수 위치는 맹장의 앞쪽과 옆쪽에 위치하는 것은 전맹장형, 맹장의 뒤쪽에 위치하는 것은 후맹장형, 맹장의 대부분이 골반입구아래로 들어가면서 골반강 내에 위치하는 것을 골반강형으로 나누었다. 소아충수염지수(pediatric appendicitis score)는 2002년 Samuel [10]이 고안한 것을 사용하였다. 모든 수술은 복강경하 충수 절제술로 시행되었다. 통계 분석은 PASW Statistics 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 카이제곱 검정과 t test 검정을 이용하였으며, p값은 0.05 미만일 때 유의성이 있는 것으로 하였다. 본 연구는 여의도성모병원 기관연구윤리위원회의 승인을 얻었다(SC16RISI0051).

## 결 과

2002년부터 2013년까지 수술 및 병리 소견상 급성충수염으로 진단된 환자 중 신체검사 및 검사실 검사만으로 수술을 결정한 환자, 초기 검사로 CT를 시행하였던 환자, 초음파를 초기검사로 시행했으나 의무기록상에서 검사결과를 확인할 수 없었던 환자를 제외하고, 연구대상이 된 초음파를 초기검사로 시행한 환자 수는 총 181명이었다. 이 중 충수염 진단양성군은 156명, 진단음성군은 25명으로, 위음성률은 13.8%였다. 초음파 진단양성군 및 진단음성군의 평균 나이는 각각 9.1세, 10.5세로 유의한 차이는 없었으며, 양 군 모두 남자에서 호발하였다. 또한 압통, 반동성 압통, 근긴장 등의 신체검진 소견, 백혈구 수치도 두 군 간 차이가 없었다(Table 1). 충수염의 정도에 따라 분류하여 신체검진 소견을 비교하였을 때도 두 군 간 차이가 없었다. 그러나 충수 위치 및 충수염의 염증 정도에서는 두 군 간에 유의한 차이가 있었는데, 충수 위치는 전맹장형(antececal type)은 진단양성군에서 높았고 (85.0% vs. 12.0%), 후맹장형(retrocecal type, 13.7% vs. 44.0%)과 골반강형(pelvic cavity type, 1.3% vs. 44.0%)은 진단음성군에서 유의하게 높았다( $p < 0.001$ ). 충수염의 염증 정도에서, 화농성 충수염의 빈도는 진단양성군에서 높았고 (58.3% vs. 32.0%), 복잡성 충수염은 진단음성군에서 유의하게 높았다(41.7% vs. 68.0%,  $p = 0.014$ ; Table 1).

**Table 1.** Characteristics of Patients Who Received Appendectomy with Acute Appendicitis (n=181)

Variable	Sono-positive group (n=156)	Sono-negative group (n=25)	p-value
Age (yr)	9.1±3.4	10.5±2.9	0.062
Sex			0.838
Male	85 (54.5)	13 (52.0)	
Female	71 (45.5)	12 (48.0)	
WBC count ( $10^9/L$ )	15.3±4.9	15.5±4.9	0.855
Seg. neutrophil counts (%)	80.6±12.6	80.3±11.6	0.923
Physical exam. on RLQ			
Positive DT	146/148 (98.6)	24/25 (96.0)	0.348
Positive RT	104/148 (70.3)	19/25 (76.0)	0.579
Positive MG	48/104 (46.2)	10/25 (40.0)	0.579
Appendicitis type			0.014
Simple	91/156 (58.3)	8/25 (32.0)	
Complicated	65/156 (41.7)	17/25 (68.0)	
Appendix location			<0.001
Antececal	130/153 (85.0)	3/25 (12.0)	
Retrocecal	21/153 (13.7)	11/25 (44.0)	
Pelvic	2/153 (1.3)	11/25 (44.0)	

Values are presented as mean±SD or n (%).

Seg., segmented; exam., examination; RLQ, right lower quadrant; DT, direct tenderness; RT, rebound tenderness; MG, muscle guarding.

**Table 2.** Characteristics of Patients with Negative Ultrasonographic Finding (n=25)

Variable	No. (%) of patients
Ultrasonography findings	
No visualized appendix	18 (72.0)
Normal appendix	7 (28.0)
Fluid collection	
Yes	7 (28.0)
No	18 (72.0)
Pediatric appendicitis score	
≤5	5 (20.0)
6-7	5 (20.0)
≥8	15 (60.0)
Time to operation from admission (hr)	
≤24	17 (68.0)
>24	8 (32.0)
Other imaging study	
No	12 (48.0)
Repeat ultrasonography	2 (8.0)
CT	11 (44.0)

초음파 진단음성군의 특징을 살펴보면, 초음파 소견상 18예(72.0%)에서 충수를 찾을 수 없었고, 7예(28.0%)에서 정상 충수를 관찰할 수 있었다. 그러나 정상 충수를 보였던 경우에 한 예만 충수의 끝까지 관찰하지 못하였음을 기술하였고 나머지는 이에 대한 기술이 없었다. 복수는 7예(28.0%)에서 보였고 나머지 18예(72.0%)에서는 관찰되지 않았다. 초음파 진단음성군에서 수술은 17예(68.0%)에서 내원 당일 시행되었고 8예(32.0%)에서 24시간 이후에 시행되었다. 수술 전 다른 진단적 검사를 추가적으로 시행하지 않은 경우가 12예(48.0%)였고, 초음파를 다음날 다시 시행한 경우가 2예(8.0%), 복부 CT를 당일 또는 다음날 시행한 경우가 11예(44.0%)에서 있었다. 진단적 검사를 추가적으로 시행하지 않은 12예의 경우는 진단점수제를 시행하여 10점 만점에 8점 이상인 경우에 속하는 경우로 임상적 증상을 판단근거로 삼았던 경우였다(Table 2).

## 고 찰

급성충수염의 진단에 있어 복부초음파는 문헌에 따라 다르기는 하지만, 민감도 78%–88%와 특이도 83%–94%를 가지고 있다[8]. 저자들이 2004년 59명의 환자를 대상으로 전향적으로 진단점수제와 초음파검사를 이용한 급성충수염 진단정확도에 대한 연구를 시행하였고, 이때 초음파의 민감도는 77%, 특이도는 91%였으며, 음성예측률은 3% (2/59)였다[11]. 이번 연구에서는 후향적인 연구이지만 86.2%의 민감도와 13.8%의 위음성률을 보여, 문헌들의 보고와 다르지 않았다. 초음파검사의 단점은 특이도에 비하여 낮은 민감도

를 보이고, 검사자의 숙련도에 따라 검사의 정확도에 영향을 줄 수 있으며, 특히 정규근무시간 후에는 더욱 이용의 제약이 있을 수 있다는 것이다. 본 연구에서도 이러한 인자가 영향을 줄 수 있지만 안타깝게도 후향적 연구이기 때문에 검사자 및 판독자를 정확히 알 수 없었고 기록에 의존할 수밖에 없었다. 그러나 본 병원에는 숙련된 소아방사선과 전문의가 상주하고 있기 때문에, 정규근무시간, 즉 오후 5시 이내에 시행된 검사는 숙련된 소아방사선과 전문의의 검수를 받고 판독되었다. 초음파 진단음성군 25예 중 7예(28.0%)가 정규근무시간 이후에 시행되었다. 이러한 초음파의 단점과 언제든지 이용가능하고 진단정확도가 높아 95% 이상의 민감도와 특이도를 가지는 복부 CT의 장점 때문에 최근에는 소아에서도 복부 CT를 내원하여 처음 시행하는 검사로 이용하는 경우가 많다. 그러나 복부 CT의 큰 단점은 소아에서 방사선조사의 위험과 이로 인한 암 발생에 대한 우려이다. 15세 이하의 소아에서 방사선조사에 의해 발생하는 악성질환으로부터 사망하는 추정위험도는 약 0.07%–0.10% 정도이고, 나이가 어릴 때 노출될수록 더욱 빈도가 늘어나며, 소아에서 2번 이상의 CT를 찍었을 때 백혈병과 뇌종양이 발생할 확률이 3배로 증가한다고 한다[12,13]. 이는 소아에서는 성장을 위한 조직세포들의 세포분열이 활발하기 때문에 방사선 영향을 좀 더 쉽게 받게 되기 때문이다. 방사선조사를 피하기 위해 최근 복부 MRI를 소아에서 시행하고 있으며, 거의 100%에 가까운 민감도와 특이도를 보고하고 있다[8]. 그러나 우리나라와 같이 충수절제술이 포괄수가제로 지급되는 의료체계에서는 이런 고가의 검사는 특수한 상황이면, 현실적으로 불가능한 상황이다. 따라서 소아에서 충수염을 진단하는 데 있어 처음 시행되는 검사로 초음파검사의 필요성과 중요성이 다시 강조되어야 하며, 초음파검사의 약점을 보완하는 방안을 찾는 데 주력해야 한다. 이러한 목적에서 본 연구를 시행하게 되었으며, 어떤 경우에 위음성 결과를 보이는지 파악함으로써 이를 보완하고자 하였다.

본 연구의 결과를 살펴보면 초음파 진단양성군 및 진단음성군의 평균 나이, 성별, 신체검진 소견 및 백혈구 수치 모두 두 군 간 차이가 없었다. 그러나 충수 위치 및 충수염의 염증 정도에서는 두 군 간에 유의한 차이가 있었는데, 충수 위치가 후맹장형이거나 골반강형일 때 초음파의 위음성률이 높았고, 진단이 지연되어 진단음성군에서 복잡성 충수염의 빈도가 높았다. 2015년 Cohen 등[9]은 복벽의 두께와 낮은 통증 점수가 통계적으로 위음성률과 관계가 있다고 보고하고 있다. 또한, 충수가 보이지 않을 때 음성예측도는 86.36%이고, 보이지 않는 충수와 백혈구 수치가 7,500개/μL 이하, 또는 11,000개/μL 이하인 소견이 함께 있을 때 음성예측도는 각각 98.86%, 96.99%까지 상승된다고 보고하였다. 본 연구에

서는 초음파 진단음성군의 특징을 살펴보면, 초음파 소견상 18예(72.0%)에서 충수를 찾을 수 없었고, 7예(28.0%)에서 정상 충수를 관찰할 수 있었다. 진단음성군에서 백혈구수치가 11,000개/ $\mu$ L 이하인 예는 3예밖에 되지 않고 그 중 1예에서만 7,500개/ $\mu$ L 이하였으며 평균치는 15,500개/ $\mu$ L였다. 정상 충수를 관찰한 7예에서도 충수의 끝까지 관찰하지 못함을 언급한 경우는 2예가 있었고, 나머지는 언급이 없었다. 2016년 Partain 등[14]은 충수염이 의심되는 소아에서 초음파의 소견이 애매할 때 충수를 관찰하는 것 이외의 이차적 소견으로 주변장의 충혈, 복강 내 농양 같은 액체 고임, 복수, 충수분석이 나타날 때 충수염이 아닌 경우와 비교하여 유의하게 충수염일 가능성이 높다고 보고하였다. 그러나 이러한 소견은 전체 충수염 환자 중에 최고 20% (8.1%–20.3%) 환자에서만 나타나기 때문에[14], 이러한 소견이 없다고 하더라도 충수염을 배제할 수는 없다. 본 연구에서도 복강 내 복수가 고였던 경우는 7예(28.0%)밖에 안되고, 18예(72.0%)에서는 없었다. 저자들의 연구에서 진단음성군에서 진단양성군에 비해 유의한 차이를 보였던 것은 충수 위치와 충수염의 형태였는데, 문헌들에서 보면 충수돌기가 후맹장형으로 있을 때는 진단이 어려워 천공되는 경우가 많다고 보고되고 있지만[15,16] 충수돌기의 끝이 골반강 내로 들어가 있는 경우에 대해서는 보고가 거의 없다. 그러나 본 연구에서는 골반강형이 진단음성군에서 후맹장형과 같은 빈도를 보이고 있으며, 11예 중 9예에서 복잡형이었고, 후맹장형에서는 11예 중 6예에서 복잡형이어서, 골반강형에서도 천공이 된 후에 발견되는 경우가 많아 보인다.

수술 시기는 초음파진단 음성군에서 입원 시부터 24시간 내에 17예(68.0%)에서 시행하였는데, 이렇게 초음파로 진단이 어려웠음에도 조기에 수술을 시행할 수 있었던 것은 임상적 지표를 바탕으로 한 진단점수제를 바탕으로 하여 8점 이상에서는 초음파의 소견과 관계 없이 수술을 바로 시행하였거나 지체 없이 CT 검사를 진행하여 충수염을 진단하고 수술한 까닭으로 생각된다. 그러나 진단점수제만을 이용하여 수술을 결정하는 것은 한계가 있는데, 이는 저자들의 이전 보고에서 진단점수제의 민감도는 100%였으나 특이도가 30%밖에 되지 않아 진단정확도는 72%에 불과했기 때문이다 [11]. 문헌들에서도 충수염의 조기진단을 위한 초음파검사에 추가되는 임상적 지표들과 필요에 따라 복부 CT의 적용을 이야기하고 있지만[5,7,17] 저자들은 일찍이 2002년부터 Samuel [10]의 진단점수제와 초음파검사를 사용하였는데, 기준을 보면, 5점 이하에서는 초음파 소견과 관계없이 추적 관찰하였고, 6점에서 7점 사이에서는 초음파 소견에 따라 수술을 결정하고, 8점 이상에서는 초음파 소견과 관계 없이 수술하였다. 1년간 전향적으로 59명을 대상으로 시행하여

94.9%의 진단정확도를 보고한 바 있었다[11]. 이후로 데이터를 수집하지는 않았지만 임상에 지속적으로 적용해 오고 있었다. 그러나 때에 따라 이 프로토콜이 지켜지지 않고, 점수가 8점 이상이었던 3예에서 불필요한 CT를 시행하였고, 7점 이하였던 8명에서 빠른 진단을 위해 내원 당일 또는 2일째에 CT를 시행하였다.

결론적으로, 충수염에서 충수의 위치는 초음파의 진단적 오류를 일으키는 인자로 작용할 수 있으며, 주로 후맹장형 및 골반강형이 이에 해당하고, 괴사나 천공의 위험도가 높아진다. 소아 충수염에서 초기 진단검사로 초음파를 적극 시행하며, 이의 단점을 보완하기 위해 진단점수제 등을 활용하여 조기진단하고 수술을 결정하며, 필요에 따라 복부 CT를 시행함으로써, 무분별한 방사선조사로부터 환자들을 보호하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

## CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## REFERENCES

- Mostbeck G, Adam EJ, Nielsen MB, Claudon M, Clevert D, Nicolau C, et al. How to diagnose acute appendicitis: ultrasound first. *Insights Imaging* 2016;7:255-63.
- van den Bogaard VA, Euser SM, van der Ploeg T, de Korte N, Sanders DG, de Winter D, et al. Diagnosing perforated appendicitis in pediatric patients: a new model. *J Pediatr Surg* 2016;51:444-8.
- Galai T, Beloosesky OZ, Scolnik D, Rimon A, Glatstein M. Misdiagnosis of acute appendicitis in children attending the emergency department: the experience of a large, tertiary care pediatric hospital. *Eur J Pediatr Surg* 2016 Jan 8 [Epub]. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1570757>.
- Reynolds SL. Missed appendicitis in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 1993;9:1-3.
- Rothrock SG, Skeoch G, Rush JJ, Johnson NE. Clinical features of misdiagnosed appendicitis in children. *Ann Emerg Med* 1991;20:45-50.
- Puylaert JB. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. *Radiology* 1986;158:355-60.
- Craig S, Dalton S. Diagnosing appendicitis: what works, what does not and where to from here? *J Pediatr Child Health* 2016;52:168-73.
- Duke E, Kalb B, Arif-Tiwari H, Daye ZJ, Gilbertson-Dahdal D, Keim SM, et al. A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance of MRI for evaluation of acute appendicitis. *AJR Am J Roentgenol* 2016;206:508-17.
- Cohen B, Bowling J, Midulla P, Shlasko E, Lester N, Rosenberg H, et al. The non-diagnostic ultrasound in appendicitis: is a non-visualized appendix the same as a negative study? *J Pediatr Surg* 2015;50:923-7.
- Samuel M. Pediatric appendicitis score. *J Pediatr Surg* 2002;37:877-

- 81.
11. Chung JB, Jeon SY, Song YT. A clinical score and ultrasonography for the diagnosis of childhood acute appendicitis. *J Korean Assoc Pediatr Surg* 2004;10:117-22.
12. Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol* 2001;176:289-96.
13. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012;380:499-505.
14. Partain KN, Patel A, Travers C, McCracken CE, Loewen J, Braithwaite K, et al. Secondary signs may improve the diagnostic accuracy of equivocal ultrasounds for suspected appendicitis in children. *J Pediatr Surg* 2016;51:1655-60.
15. Butler M, Servaes S, Srinivasan A, Edgar JC, Del Pozo G, Darge K. US depiction of the appendix: role of abdominal wall thickness and appendiceal location. *Emerg Radiol* 2011;18:525-31.
16. Herscu G, Kong A, Russell D, Tran CL, Varela JE, Cohen A, et al. Retrocecal appendix location and perforation at presentation. *Am Surg* 2006;72:890-3.
17. Yap TL, Chen Y, Low WW, Ong CC, Nah SA, Jacobsen AS, et al. A new 2-step risk-stratification clinical score for suspected appendicitis in children. *J Pediatr Surg* 2015;50:2051-5.