

급성 충수돌기염 진단 시 연령에 따른 Alvarado Score의 진단적 가치

이화여자대학교 의학전문대학원 외과학교실

오보영 · 김광호 · 이령아 · 정순섭

Diagnostic Efficacy of the Alvarado Score according to Age in Acute Appendicitis

Bo-Young Oh, M.D., Kwang-Ho Kim, M.D., Ph.D., Ryung-Ah Lee, M.D., Ph.D., Soon Sup Chung, M.D., Ph.D.

Department of Surgery, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: This study aims to assess the diagnostic efficacy of the Alvarado score and to determine cut-off values of Alvarado score according to age for deciding on the options for patients with suspected appendicitis.

Methods: From October 2008 to January 2009, we prospectively reviewed 152 patients with suspected appendicitis. The patients were classified into adults and children groups. We then determined cut-off values of the Alvarado score by analyzing each score's sensitivity and specificity.

Results: Of the 147 patients, 96 patients were adults and 51 were children. The mean Alvarado score for adults and children were 6.08 ± 1.85 , and 6.69 ± 1.43 in appendicitis and 4.32 ± 2.02 , and 4.60 ± 1.81 in non-appendicitis, respectively. In adults, the sensitivity of the Alvarado scores 7 or higher for appendicitis was 66.2%, and the specificity was 67.7%. And the sensitivity of the Alvarado scores 4 or lower for non-appendicitis was 58.1%, and the specificity was 81.5%. In children, the sensitivity of the Alvarado scores 7 or higher for appendicitis was 80.8%, and the specificity was 68.0%. And the sensitivity of the Alvarado scores 4 or lower for non-appendicitis was 52.0%, and the specificity was 92.3%.

Conclusion: The cut-off values for Alvarado score were not different according to age of the patient. If the Alvarado score is 7 or higher, surgical management is recommended, and if the Alvarado score is 4 or lower, observation without CT or US is recommended. In equivocal appendicitis as defined by the Alvarado scores 5 to 6, adjunctive CT or US are recommended to confirm appendicitis. (J Korean Surg Soc 2010;78:100-105)

Key Words: Acute appendicitis, Alvarado score, Age

중심 단어: 급성 충수돌기염, Alvarado 점수, 연령

서 론

급성 충수돌기염은 응급 복부 수술을 요하는 가장 흔한

책임저자: 김광호, 서울시 양천구 목동 911-1

☎ 158-710, 이화여자대학교 의학전문대학원 외과학교실

Tel: 02-2650-5585, Fax: 02-2644-7984

E-mail: eastgate@ewha.ac.kr

접수일 : 2009년 9월 30일, 게재승인일 : 2009년 11월 12일

본 논문은 2009년도 대한외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

질환 중의 하나로, (1,2) 급성 복증을 호소하는 환자들에게 있어서 이에 대한 감별 진단이 필요하며 (3-5) 이를 위해서는 임상 증상, 이학적 소견, 염증 상태를 시사하는 검사 소견 등을 파악해야 한다. (4,6) 그러나 전형적인 증상이나 신체 소견을 보이지 않는 경우에는 여전히 진단에 어려움이 따르며, (1) 특히 소아의 경우 비특이적 증상으로 인해 성인에 비해 진단이 늦어질 수 있다. (7,8) 이처럼 진단이 모호한 경우에 수술의 지연으로 인한 천공 및 합병증의 발생률이 높아질 수 있고 경우에 따라 불필요한 수술이 시행되기도 한다. (1)

최근 컴퓨터 단층 촬영술이나 복부 초음파 등의 영상 진

단 방법의 발전으로 급성 충수돌기염의 진단율이 높아지고 있으나(4,9) 이의 무분별한 사용으로 인한 시간 및 비용의 낭비, 또는 판독자의 기술적 차이로 인해 급성 충수염이 의심되는 모든 환자에게 이를 적용하는데 무리가 따를 수 있다.(1,6) 이러한 측면에서 불필요한 영상 진단 방법의 사용을 최소화하기 위한 여러 임상점수제가 사용되어 왔으며 이 중 가장 대표적인 것이 Alvarado score이다.(3,4) Alvarado score는 환자들의 임상 증상, 혈액 검사 소견 등을 수치화하여 점수로 표시한 것으로,(8) 1986년 그의 보고에 따르면 7~10점은 수술을, 5~6점은 관찰 및 추가 검사를, 0~4점은 귀가 조치를 추천하였으며,(10) 이는 현재까지도 간단하고 유용한 진단 수단의 하나로 이용되고 있다.(2)

이에 저자들은 성인과 소아에서 급성 충수돌기염을 진단함에 있어 Alvarado score의 진단적 가치를 비교 분석하고, 점수에 따른 추가 검사 및 수술 시행의 적용 기준을 정하고자 하였다.

방 법

본 연구는 2008년 10월부터 2009년 1월까지 이화여자대학교 목동병원 응급실 및 외과 외래를 통해 급성 충수돌기염 의심 하에 진료 의뢰된 환자 152명을 대상으로 전향적으로 진행되었다. 이들 중 타병원으로 전원된 환자 4명 및 자의 퇴원한 환자 1명은 연구 대상에서 제외되었으며 대상 환자를 연령에 따라 분류하여 만 18세 이하를 소아, 만 19세 이상을 성인으로 구분하여 결과를 분석하였다.

모든 대상 환자에게 Alvarado score를 적용하여 점수화한 후에 컴퓨터 단층 촬영술 또는 복부 초음파를 시행하여 수

술 여부를 결정하였으며, 수술을 시행한 경우 각 결과를 조직병리 결과와 비교 분석하였다. 또한 Alvarado score에 따른 민감도, 특이도, 양성 예측도, 음성 예측도, 위양성도, 위음성도를 비교하여 Alvarado score의 cut-off value를 정하고자 하였다.

Alvarado score는 임상 양상 및 검사실 소견을 토대로 점수화하는 것으로 이동 통증 1점, 식욕 부진 1점, 오심 또는 구토 1점, 우하복부 압통 2점, 반발통 1점, 발열 1점, 백혈구 증가 2점, 호중구 증가 1점을 부여하여 총 10점으로 구성되어 있으며, 이 중 백혈구 증가 및 호중구 증가를 평가하기 위한 정상 범위는 본원의 기준을 따랐으며 연령에 따라 정상 범위를 달리 분류하였다(Table 1).

통계학적 분석은 SPSS version 17.0을 이용하여 student's t-test와 ANOVA test를 통해 분석하였으며, P값이 0.05 이하일 경우를 유의하다고 판정하였다.

결 과

1) 수술 소견에 따른 환자 분포

총 147명의 환자 중 성인이 96명(남자 41명, 여자 55명), 소아가 51명(남자 30명, 여자 21명)이었으며 이들의 평균 연령은 각각 37.58 ± 13.00 세(19~79세), 10.37 ± 4.35 세(2~18세)였다.

대상 환자들 중 충수돌기 절제술을 시행 받은 환자는 총 94명으로 성인이 66명, 소아가 28명이었고, 이 중 성인은 65명(67.71%), 소아는 26명(50.98%)이 급성 충수돌기염으로 확인되었으며 음성 충수절제술의 비율은 성인이 1.52%, 소아가 7.14%였다.

수술을 시행하지 않고 추적 관찰한 환자들 중 추후에 급성 충수돌기염으로 재진단 받은 경우는 한 경우도 없었다. 수술 후 조직병리 결과에 따라 급성 충수돌기염의 정도를

Table 1. Alvarado scoring system

	Features	Score
Symptoms	Migration of pain	1
	Anorexia	1
	Nausea/vomiting	1
Signs	Tenderness in the right lower abdomen	2
	Rebound tenderness	1
	Elevated temperature ($\geq 37.3^{\circ}\text{C}$)	1
Laboratory test	Leukocytosis*	2
	Neutrophilic shift to the left [†]	1
Total score		10

*2~5 yrs: $>14,500$, 6~11 yrs: $>13,500$, ≥ 12 yrs: $>10,000$; [†]2~5 yrs: $>55.2\%$, 6~11 yrs: $>59.3\%$, ≥ 12 yrs: $>75.2\%$.

Table 2. Result of Alvarado score according to the pathologic findings

Pathology	Adults		Children	
	Number (%)	Mean score	Number (%)	Mean score
Suppurative	39 (60.0)	6.08 ± 2.03	21 (80.8)	6.48 ± 1.33
Gangrenous	21 (32.3)	6.38 ± 1.53	2 (7.7)	7.50 ± 0.50
Perforated	5 (7.7)	6.60 ± 1.85	3 (11.5)	8.67 ± 0.47
Total	65 (100.0)	6.22 ± 1.88	26 (100.0)	6.81 ± 1.41
P-value		0.755		0.03

화농성, 괴저성, 천공성으로 분류하였으며, 각 단계에 따른 평균 Alvarado score를 비교한 결과 충수염이 심할수록 Alvarado score가 높아지는 경향을 보였는데 소아에서는 통계학적으로 유의하였으나 성인에서는 유의하지 않았다(Table 2).

2) 컴퓨터 단층 촬영술 및 복부 초음파 결과

급성 충수돌기염을 진단하기 위해 모든 환자가 컴퓨터 단층 촬영술 또는 복부 초음파를 시행하였는데 성인의 경우 87명이 컴퓨터 단층 촬영술을 시행하였고 나머지 9명이 복부 초음파를 시행하였다. 이 중 62명이 급성 충수돌기염 소견을 보였으며 수술 결과 위양성은 없었고 위음성은 3명 있었다. 소아의 경우에는 32명이 컴퓨터 단층 촬영술을, 19명이 복부 초음파를 시행하였으며, 이 중 27명이 급성 충수돌기염 소견을 보였고 위양성 2명, 위음성 1명이었다.

Table 3. Findings of CT or US negative group

	Adults	Children
Normal	13	8
Lymphadenopathy	0	9
Diverticulitis	7	4
Enterocolitis	5	0
Pelvic inflammatory disease	4	0
Peritonitis	1	0
Ovarian cyst	1	1
Pancreatitis	1	0
Acute pyelonephritis	1	0
Inflammatory bowel disease	1	0
Intussusception	0	1
Ganglioneuroma	0	1
Total	34	24

컴퓨터 단층 촬영술과 복부 초음파 검사에서 충수돌기가 정상이었던 경우는 성인이 34명, 소아가 24명이었으며, 이 중 성인 13명, 소아 8명은 특이 소견이 관찰되지 않았으나 나머지 환자들은 급성 충수돌기염 외에 다른 질환을 동반하고 있었다. 대표적 질환으로 성인에서는 계실염이 7명으로 가장 많았으며 소아에서는 장간막림프절염이 9명으로 가장 많았다(Table 3).

3) Alvarado score의 진단적 가치

모든 환자들의 초진 시에 Alvarado score를 측정하였으며 score에 따른 환자 분포는 Table 4와 같았다. 이들의 평균 Alvarado score는 성인이 5.56 ± 2.13 점, 소아가 5.74 ± 1.95 점이었으며, 이 중 충수돌기염 환자의 평균 Alvarado score는 성인과 소아가 각각 6.22 ± 1.88 점, 6.81 ± 1.41 점이었고 비충수돌기염 환자의 경우에는 각각 4.19 ± 1.97 점, 4.58 ± 1.78 점으로 성인과 소아 양군에서 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 1, 2).

급성 충수돌기염의 진단을 위한 cut-off value를 구하기 위해 Alvarado score에 따른 민감도와 특이도, 양성 예측도, 음성 예측도, 위양성도, 위음성도를 구하였다(Table 5). 성인의 경우 Alvarado score가 8점 이상일 때의 민감도는 26.2%, 특이도는 96.8%였으며, 7점 이상일 때의 민감도와 특이도는 각각 55.4%, 83.9%였고, 6점 이상일 때는 각각 66.2%, 67.7%로 Alvarado score가 7점 이상일 때가 충수돌기염을 양성으로 평가하기에 가장 적절한 것으로 평가되었다. 소아의 경우 8점 이상일 때의 민감도와 특이도가 각각 34.6%, 88.0%였고, 7점 이상일 때는 각각 61.5%, 88.0%, 6점 이상일 때는

Table 4. Alvarado scores of patients

Score	Adults			Children		
	Appendicitis	Non-appendicitis	Total	Appendicitis	Non-appendicitis	Total
0	0	2	2	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0
2	3	3	6	0	4	4
3	1	6	7	0	3	3
4	7	10	17	2	9	11
5	10	0	10	3	1	4
6	7	5	12	5	5	10
7	19	4	23	7	0	7
8	12	1	13	6	3	9
9	5	0	5	3	0	3
10	0	0	0	0	0	0
Total	65	31	96	26	25	51

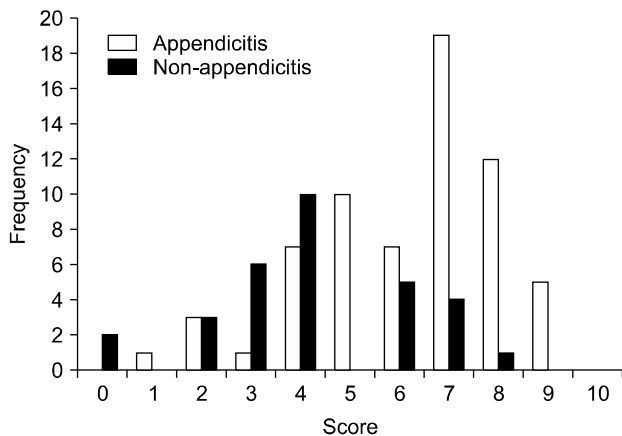


Fig. 1. Frequency according to Alvarado score in adults.

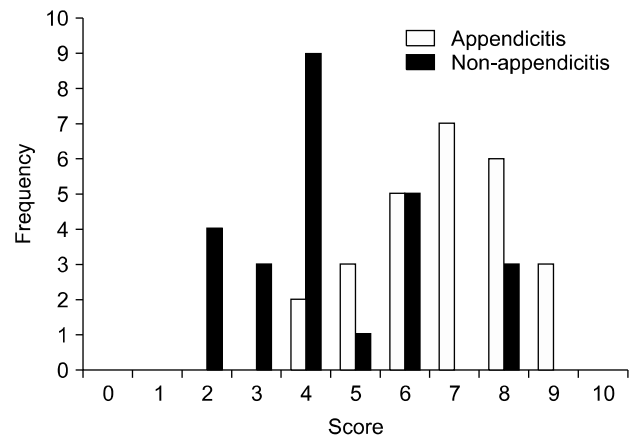


Fig. 2. Frequency according to Alvarado score in children.

Table 5. Statistical value according to Alvarado score

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV* (%)	NPV [†] (%)	FP [‡] (%)	FN [§] (%)
Adults						
AS ≥ 9	7.7	100.0	100.0	34.1	0	92.3
AS ≥ 8	26.2	96.8	94.4	38.5	3.2	73.9
AS ≥ 7	55.4	83.9	87.8	47.3	16.1	44.6
AS ≥ 6	66.2	67.7	81.1	48.8	32.3	33.9
Children						
AS ≥ 9	11.5	100.0	100.0	52.1	0	88.5
AS ≥ 8	34.6	88.0	75.0	56.4	12.0	65.4
AS ≥ 7	61.5	88.0	84.2	68.8	12.0	38.5
AS ≥ 6	80.8	68.0	72.4	77.3	32.0	19.2

*PPV = positive predictive value; [†]NPV = negative predictive value; [‡]FP = false positive; [§]FN = false negative; ^{||}AS = Alvarado score.

각각 80.8%, 68.0%로 소아의 경우에서도 역시 Alvarado score가 7점 이상일 때가 충수염을 진단하기에 가장 적절하였다.

또한 비충수돌기염을 평가하기 위한 분석 결과, 성인에서 Alvarado score가 4점 이하일 때의 민감도가 67.7%, 특이도가 81.5%였고, 3점 이하일 때는 민감도 35.5%, 특이도 92.3%였으며, 2점 이하일 때는 각각 16.1%, 93.8%로 4점 이하일 때가 가장 적절한 것으로 평가되었다. 소아의 경우에는 민감도와 특이도가 4점 이하일 때 각각 64.0%, 92.3%, 3점 이하일 때 28.0%, 100.0%, 2점 이하일 때 16.0%, 100.0%로 성인과 마찬가지로 4점 이하일 때가 비충수돌기염을 평가하기에 가장 적절하였다.

고 찰

급성 충수돌기염은 급성 복증의 가장 흔한 원인 중의 하나로(1,3) 남성에서 약 9%, 여성에서 약 7%의 발생률을 보

인다.(4) 이에 대한 치료가 지연될 경우 충수돌기 천공으로 이어질 수 있어 정확하고 신속한 진단이 요구되나, 33%까지 보고되고 있는 비특이적 증상(11)으로 인해 여전히 진단에 어려움이 따른다.(6) 현재 사용되고 있는 진단 방법으로는 환자의 문진 및 신체 검사, 검사 소견 등을 바탕으로 진단하는 것이 가장 기본적이며,(3,6) 컴퓨터 단층 촬영술이나 복부 초음파, 자기공명 영상 등과 같은 영상 진단 방법을 이용할 수도 있고 진단적 복강경술을 시행하기도 한다.(12)

이러한 방법들 중 컴퓨터 단층 촬영술이나 복부 초음파와 같은 영상 진단 방법은 가장 보편적으로 사용되고 있는 것으로(11) 이의 발달로 급성 충수돌기염의 진단율이 매우 높아지고 있으며,(13,14) 음성 충수절제술의 비율도 낮아졌다는 연구 결과들이 보고되고 있다.(15,16) 컴퓨터 단층 촬영술의 진단율에 대한 일부 연구에 따르면 Lee 등(2)은 민감도 90%, 특이도 97%, 양성예측도 99%, 음성 예측도 78%, 정확도 92%로 보고하였으며, Rhea 등(17)은 민감도 99%, 특

이도 95%라고 보고하였다. 복부 초음파에 대해서 Zielke 등(18)은 민감도 86%, 특이도 96%라고 하였고, Douglas 등(12)은 민감도 94.7%, 특이도 88.9%라고 하였다. 본 연구에서도 컴퓨터 단층 촬영술 및 복부 초음파의 민감도와 특이도는 각각 성인에서 95.4%, 100%, 소아에서는 96.2%, 92.0%로 높은 진단율을 보였다. 하지만 이러한 높은 진단율에도 불구하고 이의 무분별한 사용에 대한 부정적인 의견도 제기되고 있다.(19) 환자의 비용 부담 및 재원 기간의 증가와 검사자의 능력에 따른 진단율의 차이가 발생할 수 있으며, 컴퓨터 단층 촬영술의 경우 방사선 노출이나 조영제 사용에 따른 부작용의 위험이 있을 수 있다.(1,6) 또한 수술 전 컴퓨터 단층 촬영술의 시행이 임상 소견에 의한 진단보다 정확도가 높지 않았으며,(20,21) 음성 충수절제술 비율을 낮추지 못했다는 연구 결과가 보고되기도 하였다.(22,23)

이러한 점에서 급성 충수돌기염이 의심되는 모든 환자에게 컴퓨터 단층 촬영술이나 복부 초음파를 시행하는 것은 비효율적이며, 환자의 임상 증상을 토대로 하여 급성 충수돌기염의 여부를 판단하기 어려운 경우에 선택적으로 추가적인 영상 진단 방법을 시행하는 것이 적절할 것이다. 이를 위해 환자의 임상 증상을 객관화하기 위한 여러 임상점수제가 도입되어 사용되고 있으며(4,11) Alvarado score가 가장 대표적인 점수제로(24) 이는 쉽고 빠르며, 경제적인 동시에 비침습적인 방법이다.

Alvarado(10)는 대상 환자들의 임상 증상과 검사 소견을 점수화하여 세 군으로 분류하였으며, 급성 충수돌기염이 강하게 의심되는 7~10점인 경우 즉각적인 수술을 하도록 하였고, 급성 충수돌기염의 가능성이 떨어진다고 판단한 0~4점인 경우는 추가 검사 없이 귀가 조치하도록 하였다. 또한 점수만으로는 판단이 애매한 5~6점인 경우에는 급성 충수돌기염을 진단하기 위한 추가 검사를 시행할 것을 권고하였다. 이후 이와 관련된 연구들이 진행되었으며 Macklin 등(24)은 Alvarado와 같은 점수인 7점을 cut-off value로 정하고 이때의 민감도와 특이도를 76.3%, 78.8%로 보고하였다. 또한 Jang 등(1)은 Alvarado의 결과와 달리 6점 이상인 경우를 cut-off value로 정하여 이때의 민감도와 특이도를 88.3%, 94.5%라고 하였고, Sun 등(4)도 6점 이상일 때의 민감도와 특이도를 72.8%, 61.6%, 양성예측도와 음성예측도를 각각 71.7%와 72.8%로 보고하였다. 이러한 기존의 연구들은 주로 성인을 대상으로 한 것으로 소아에 대한 연구는 아직까지 미미한 상태이다.(24) 이에 저자들은 연구를 진행함에 있어 대상 환자를 성인과 소아로 구분하여 각각의 결과를 비교

하였다. 본 연구에서는 Alvarado의 연구 결과와 같이 급성 충수돌기염을 진단하기에 가장 적절한 cut-off value로 7점을 정하였으며 이는 성인과 소아에서 동일한 결과를 보였다. 이때의 민감도와 특이도는 성인에서 55.4%, 83.9%였고 소아에서는 61.5%, 88.0%였다. 또한 비충수돌기염을 판단하기에 가장 적절한 cut-off value도 성인과 소아에서 모두 4점이었으며 이때의 민감도와 특이도는 각각 성인에서 67.7%, 81.5%, 소아에서 64.0%, 92.3%였다.

조직학적으로 충수돌기염이 확인된 경우 Alvarado score에 따른 염증의 정도를 평가하기 위한 연구가 진행되었으며, Lee 등(2)에 의하면 점수가 높을수록 충수돌기의 염증이 심해지는 결과를 보였다고 하였다. 본 연구에서도 이와 유사한 결과를 보였으나 성인의 경우 통계학적으로 유의하지는 않았다.

Alvarado score가 컴퓨터 단층 촬영술이나 복부 초음파에 비해 진단율이 떨어지기는 하지만 급성 복증 환자의 초진시에 활용하기에 효과적이며, 음성 충수절제술의 비율도 크게 높지 않아 약 7%,(25) 8.7%,(6) 11.5%(1) 등의 연구 결과가 보고되고 있다. 본 연구 결과에서도 Alvarado score만 이용했을 경우 예상되는 음성 충수절제술의 비율은 성인에서 16.1%, 소아에서 12.0%로 일반적으로 용인되는 12~15%(2,4)를 크게 벗어나지는 않았다.

결 론

급성 충수돌기염을 진단함에 있어 Alvarado score는 성인과 소아 모두에서 이용 가능하며 적절한 처치를 결정하기 위한 cut-off value는 연령에 따른 차이를 보이지 않았다. Alvarado score가 7~10점인 경우는 수술을 시행하고, 0~4점인 경우는 추가 검사 없이 외래 추적 관찰을 하며, 5~6점으로 진단이 어려운 경우에는 컴퓨터 단층 촬영술이나 복부 초음파와 같은 추가 검사를 시행할 필요가 있을 것으로 사료된다. 또한 소아의 경우 score와 염증의 정도는 비례하는 것으로 분석되므로 신속한 처치가 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) Jang SO, Kim BS, Moon DJ. Application of Alvarado score in patients with suspected appendicitis. Korean J Gastroenterol 2008;52:27-31.

- 2) Lee SM, Chang IT, Kim BG, Cha SJ, Kim YS, Pak JS. The efficacy of the Alvarado score in the diagnosis of acute appendicitis. *J Korean Soc Coloproctol* 2008;24:1-6.
- 3) Andersson M, Andersson RE. The appendicitis inflammatory response score: a tool for the diagnosis of acute appendicitis that outperforms the Alvarado score. *World J Surg* 2008;32:1843-9.
- 4) Sun JS, Noh HW, Min YG, Lee JH, Kim JK, Park KJ, et al. Receiver operating characteristic analysis of the diagnostic performance of a computed tomographic examination and the Alvarado score for diagnosing acute appendicitis: emphasis on age and sex of the patients. *J Comput Assist Tomogr* 2008;32:386-91.
- 5) Petrosyan M, Estrada J, Chan S, Somers S, Yacoub WN, Kelso RL, et al. CT scan in patients with suspected appendicitis: clinical implications for the acute care surgeon. *Eur Surg Res* 2008;40:211-9.
- 6) McKay R, Shepherd J. The use of the clinical scoring system by Alvarado in the decision to perform computed tomography for acute appendicitis in the ED. *Am J Emerg Med* 2007;25:489-93.
- 7) Schneider C, Kharbanda A, Bachur R. Evaluating appendicitis scoring systems using a prospective pediatric cohort. *Ann Emerg Med* 2007;49:778-841.
- 8) Yang ES, Yoon SK, Kim EY, Rho YI, Park SK, Park YB, et al. Usefulness of a Alvarado scoring system for the diagnosis of acute appendicitis in children. *Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2004;7:1-7.
- 9) Denizbasi A, Unluer EE. The role of the emergency medicine resident using the Alvarado score in the diagnosis of acute appendicitis compared with the general surgery resident. *Eur J Emerg Med* 2003;10:296-301.
- 10) Alvarado A. A practical score for the early diagnosis of acute appendicitis. *Ann Emerg Med* 1986;15:557-64.
- 11) Yildirim E, Karagulle E, Kirbas I, Turk E, Hasdogan B, Teksam M, et al. Alvarado scores and pain onset in relation to multislice CT findings in acute appendicitis. *Diagn Interv Radiol* 2008;14:14-8.
- 12) Douglas CD, Macpherson NE, Davidson PM, Gani JS. Randomised controlled trial of ultrasonography in diagnosis of acute appendicitis, incorporating the Alvarado score. *BMJ* 2000;321:919-22.
- 13) Paulson EK, Kalady MF, Pappas TN. Clinical practice. Suspected appendicitis. *N Engl J Med* 2003;348:236-42.
- 14) Terasawa T, Blackmore CC, Bent S, Kohlwes RJ. Systematic review: computed tomography and ultrasonography to detect acute appendicitis in adults and adolescents. *Ann Intern Med* 2004;141:537-46.
- 15) Stroman DL, Bayouth CV, Kuhn JA, Westmoreland M, Jones RC, Fisher TL, et al. The role of computed tomography in the diagnosis of acute appendicitis. *Am J Surg* 1999;178:485-9.
- 16) Brandt MM, Wahl WL. Liberal use of CT scanning helps to diagnose appendicitis in adults. *Am Surg* 2003;69:727-32.
- 17) Rhea JT, Halpern EF, Ptak T, Lawrason JN, Sacknoff R, Novelline RA. The status of appendiceal CT in an urban medical center 5 years after its introduction: experience with 753 patients. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:1802-8.
- 18) Zielke A, Sitter H, Rapp T, Bohrer T, Rothmund M. Clinical decision-making, ultrasonography, and scores for evaluation of suspected acute appendicitis. *World J Surg* 2001;25:578-84.
- 19) Martin AE, Vollman D, Adler B, Caniano DA. CT scans may not reduce the negative appendectomy rate in children. *J Pediatr Surg* 2004;39:886-90.
- 20) Hong JJ, Cohn SM, Ekeh AP, Newman M, Salama M, Leblang SD. A prospective randomized study of clinical assessment versus computed tomography for the diagnosis of acute appendicitis. *Surg Infect (Larchmt)* 2003;4:231-9.
- 21) Smink DS, Finkelstein JA, Garcia Pena BM, Shannon MW, Taylor GA, Fishman SJ. Diagnosis of acute appendicitis in children using a clinical practice guideline. *J Pediatr Surg* 2004;39:458-63.
- 22) Poh AC, Lin M, Teh HS, Tan AG. The role of computed tomography in clinically-suspected but equivocal acute appendicitis. *Singapore Med J* 2004;45:379-84.
- 23) Vadeboncoeur TF, Heister RR, Behling CA, Guss DA. Impact of helical computed tomography on the rate of negative appendicitis. *Am J Emerg Med* 2006;24:43-7.
- 24) Macklin CP, Radcliffe GS, Merei JM, Stringer MD. A prospective evaluation of the modified Alvarado score for acute appendicitis in children. *Ann R Coll Surg Engl* 1997;79:203-5.
- 25) van den Broek WT, Bijnen BB, Rijbroek B, Gouma DJ. Scoring and diagnostic laparoscopy for suspected appendicitis. *Eur J Surg* 2002;168:349-54.