

소아에서 단일공과 삼공 복강경 충수절제술의 수술 후 결과 비교: 전향적 무작위 연구 예비 결과

조정래, 강원미, 안수민

한림대학교성심병원 소아전문센터, 소아외과

Surgical Outcomes of Single-port Laparoscopic Appendectomy versus Conventional Laparoscopic Appendectomy in Children: Preliminary Report of a Prospective Randomized Trial

Jung Rae Cho, Won Me Kang, Soo Min Ahn

Division of Pediatric Surgery, Pediatric Specialized Center, Hallym University Sacred Heart Hospital, Anyang, Korea

Purpose: Currently the substantial clinical benefits of single-port laparoscopic appendectomy (SLA) over conventional three-port laparoscopic appendectomy (CLA) are equivocal. The aim of this study was to compare surgical outcomes between SLA and CLA in children with acute appendicitis.

Methods: A single blind prospective randomized single center study was performed to compare the surgical outcomes of SLA and CLA. A total of 105 patients were randomized and various parameters were analyzed, 52 patients with SLA and 53 patients with CLA between July 2013 and March 2014. Patients with sonographically confirmed acute appendicitis were randomly assigned to receive either SLA or CLA. The outcome measurements were operating time, wound complication, and intraperitoneal morbidities, postoperative pain score and cosmetic result score.

Results: Operating time is significantly longer in SLA (70.4 ± 26.7 minutes vs. 58.0 ± 23.4 minutes; $p=0.016$). There were no significant differences in the postoperative wound complication rate and intraperitoneal morbidities between two groups. There were no significant differences in postoperative resting pain score (6.6 ± 2.5 vs. 6.3 ± 2.5 ; $p=0.317$) and activity pain score (6.9 ± 2.4 vs. 6.3 ± 2.5 ; $p=0.189$), and the cosmetic result score (9.2 ± 1.1 vs. 9.1 ± 1.4 ; $p=0.853$).

Conclusion: Although SLA would be a safe and feasible procedure in children, SLA could not demonstrate the clear benefit over CLA.

Keywords: Single-port laparoscopic, Conventional laparoscopic, Appendectomy, Outcome, Child

서론

단일공을 이용한 복강경 충수절제술은 삼공 술식과 비교하여, 투관침 개수를 줄여 상처 감염 빈도와 통증을 줄이며 미용효과를 개선하는 등의 장점이 있다고 보고되고 있다 [1-6]. 최근에는 소아환자의 급성충수염에도 확대 적용되고 있으나 [7-9], 삼공 술식과 비교하여 단일공 충수절제술

의 장점을 증명하는 전향적 무작위 연구의 숫자는 매우 제한적이다 [10,11]. 이에 단일공 술식의 안전성과 더불어, 수술 후 통증 및 미용효과 개선에 대한 일관된 결론을 얻기에 부족한 것이 현실이다. 더구나, 단일공 술식을 수술자가 편안하고 안전하게 시행하기 위해서 새로운 기구와 장비를 조합하여 사용하는 경우가 있으며, 수술 과정에 익숙해지기까지 삼공 술식에 비해 비교적 오랜 기간이 걸리는 제한점도 보고되

Received: September 30, 2014, Revised: October 15, 2014, Accepted: October 26, 2014

Correspondence: Soo Min Ahn, Division of Pediatric Surgery, Pediatric Specialized Center, Hallym University Sacred Heart Hospital, 22, Gwanpyeong-ro 170beon-gil, Dongan-gu, Anyang 431-796, Korea.

Tel: +82-31-380-3772, Fax: +82-31-380-1900, E-mail: smahn@hallym.ac.kr

This manuscript was represented at 2014 KAPS Annual Conference and awarded 'The Best Paper Presentation'.

Copyright © 2014 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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

고 있다[12]. 저자들은 전향적 무작위 연구를 통해서 단일기관의 소아외과 전문의가 시행한 단일공 복강경 충수절제술을 삼공 복강경 충수절제술과 비교하여, 단일공 술식의 안전성과 수술 후 장점의 유무를 파악하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 포함 기준

1) 대상 환자

한림대학교성심병원 윤리위원회의 승인을 받은 연구계획서에 따라 단일공과 삼공 술식의 무작위 배정에 대해 동의한 대상 환자의 보호자로부터 서면 설명과 동의를 받은 환자 105명을 대상으로 시행하였다.

2) 진단

우하복부 통증 또는 배꼽 주변의 통증이 우하복부로 이행하고, 오심 또는 구토의 과거력이 있으며, 체온이 38°C 이상이고, 백혈구 수치가 10,000/mL 이상이며, 우하복부 압통이 있는 경우 및 초음파 검사에 의해 급성 충수염이 확진된 16세 이하의 환자를 대상으로 하였다.

3) 분석 변수

비교 대상 변수는 수술 소요 시간, 재원 기간, 수술 부위 감염 및 수술 후 복강 내 합병증, 수술 후 통증 척도 및 미용효과 척도였다. 수술 후 통증은 표준시각통증 척도(standard visual analogue scale [VAS], 0-10)를 사용해 수술 후 첫째 날부터 퇴원 시까지 매일 아침 측정하여 수술 후 1일째를 기준으로 비교하였다. 미용효과에 대한 만족도를 평가하기 위하여 10분할 척도(10-point scale)를 사용해 수술 후 2주째 외래 방문 시와 수술 3, 6개월 후 전화 문진에 의해 측정하였고, 본 논문에서는 2주 측정치만을 비교 분석하였다.

2. 연구 제외 기준

복강경 수술을 거부하거나 컴퓨터 단층촬영으로 복강 내 농양 형성이 명백한 경우, 혈액응고 장애가 있거나 또는 혈액학적 불안정성이 있는 경우, 보호자의 서면 동의를 얻지 못한 경우, 또는 수술 기록이 없고 녹화된 동영상도 없는 경우는 연구에서 제외하였다.

3. 단일공 및 삼공 복강경 충수절제술

삼공 복강경 충수절제술의 경우 11 mm 투관침 한 개를 배꼽 내부 절개창에, 5 mm 투관침 두 개를 좌하복부와 배꼽으로부터 치골 사이 2/3 하방에 각각 설치하였다. 카메라는 10 mm, 30°를 사용하였다. 천공성 충수염에 의해 복강 내 염증이 심한 경우에는 배꼽 하방의 투관침 삽입 부위를 통하여 배액관을 설치하였다. 단일공 복강경 충수절제술은 창상견인

기(wound retractor, Alexis; Applied Medical, Rancho Santa Margarita, CA, USA)와 수술용 장갑 및 5 mm 투관침 세 개를 이용하여 시행하였다. 투관침은 수술용 장갑의 손가락 부위를 자른 후 각각 삽입하고, 고무밴드를 이용하여 공기가 새지 않도록 고정하였다. 카메라는 5 mm, 30°를 사용하였고, 일반 복강경 수술 기구 한 개와 관절형 복강경 수술 기구 한 개를 조합하여 시행하였다. 육안 소견상 천공이 있거나 괴사성 충수염에 의한 복강 내 염증이 심한 경우에는 우하복부를 천공하여 배액관을 삽입하였다. 복강 내 이산화탄소 압력은 연령과 체중에 따라서 6-13 mmHg를 사용하였고, 모든 환자에서 high flow (6 L/min 이상)를 적용하였다.

4. 수술 후 치료

수술 후 기관의 표준화된 치료 프로토콜(clinical pathway protocol of institute)에 따라 환자를 치료하였다. 배액관 삽입을 하지 않은 경우 2일간 경험적 항생제(cefuroxime)를 단독 정맥 주사하였다. 배액관 삽입을 시행한 경우 5일간 경험적 항생제(cefuroxime) 치료와 동시에 metronidazole을 3일간 병합하여 정맥 주사하였다. 마취 회복 중에 합성 마약성 진통제를 1회 투여하였고, 병실에 도착 직후 비스테로이드성 소염진통제(ketorolac tromethamine)를 체중에 비례하여 정맥으로 1회 투여하였다. 이후에는 기관의 소아병동 표준 치료 지침에 의해서, 6시간마다 측정된 VAS가 6점 이상인 경우 비스테로이드성 소염진통제를 정맥 투여하였다. 배액관이 없는 경우는 수술 후 2일째, 배액관이 있는 경우는 수술 후 5일째, 합병증이 없는 경우에 치료 프로토콜에 따라 퇴원하는 것을 원칙으로 하였다. 퇴원 후 추적관찰은 1, 2주 일째 외래에서 시행하였고, 미용효과 척도를 측정하기 위해 3, 6개월에 한 사람의 전문 간호사에 의해서 전화를 통한 문진을 시행하였다.

5. 변수 및 통계 분석

단일공 충수절제술군과 삼공 충수절제술군에서 나이, 성별, 체질량지수(body mass index, BMI), 수술 전 백혈구 수치 및 C-반응성 단백질(CRP) 수치, 수술 시간, 삼공 또는 개복술로의 전환 여부, 재원 기간, 창상 감염, 복강 내 합병증, VAS, 미용효과 척도를 측정하여 두 군 간에 비교하였다. 수술 소견을 기준으로 배액관을 삽입하지 않은 경우를 단순충수염(simple appendicitis)군(n=76)으로, 육안 소견상 천공이 있거나 괴사성 충수염이 의심되면서 복강 내 오염이 심하여 배액관을 삽입한 경우를 복잡성 충수염(complicated appendicitis)군(n=29)으로 분류한 후에, 두 군 간에 각 변수의 차이를 2차 비교하였다. 각 통계적 유의성 검정은 연속변수인 경우 Mann Whitney U test, 비연속 변수인 경우 Fisher's

exact test를 시행하였고, 통계 프로그램은 IBM SPSS Statistics version 21.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였다.

결 과

총 105명의 환자가 수술을 받았으며, 두 군 간에 연령, 성별, BMI, 수술 전 백혈구 수치, CRP의 차이는 없었다(Table 1). 두 군에서 단순 및 복잡성 충수염이 차지하는 비율에도 차이가 없었다(Table 1). 단일공 수술 도중에 추가 투관침을 삽입하거나, 삼공 술식에서 개복수술로 전환한 경우는 없었다. 전체 단일공 충수절제술의 평균 수술 시간은 전체 삼공 충수절제술과 비교하여 유의하게 길었다(70.4 ± 26.7 분 vs. 58.0 ± 23.4 분; $p=0.016$). 수술 시간은 단순 충수염과 복잡성 충수염 환자 모두에서 단일공 충수절제술이 길었다(각각 $p=0.006$, $p=0.032$; Table 2). 수술 후 재원 기간은 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(3.1 ± 1.7 일 vs. 3.0 ± 1.6 일; $p=0.855$). 수술 후 상처 부위 감염(5.9% vs. 11.3% ; $p=0.489$)이나 수술 후 복강 내 합병증의 발생 빈도(3.9% vs. 1.8% ; $p=0.238$) 역시 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

수술 후 1일째 측정된 휴식기 통증 척도(6.6 ± 2.5 vs. 6.3 ± 2.5 ; $p=0.317$)와 일상생활 시 통증 척도(6.9 ± 2.4 vs. 6.3 ± 2.5 ; $p=0.189$)는 모두 두 군 간에 차이가 없었으며, 수술 후 2주째 외래에서 측정한 미용효과 척도 역시 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(9.2 ± 1.1 vs. 9.1 ± 1.4 ; $p=0.853$; Table 2).

고 찰

단일공 충수절제술은 수술에 필요한 투관침 개수를 줄여 수술 후 통증 및 상처 감염 기회를 줄이고, 반흔을 배꼽 내로 한정하여 미용효과의 이점을 얻는 것이 주된 목적이며, 적용 범위는 소아환자까지 점차로 확대되고 있다. 단일공 복강경 수술의 수술 소요 시간은 대부분의 연구에서 삼공 술식에 비해 오래 걸리는 것으로 알려져 있다[13]. 최근에는 수술 시간에 있어서 유의한 차이를 보이지 않는다는 보고도 있으며[8], 수술 방법에 의해 수술 시간의 차이를 줄일 수 있다는 보고도 있다[14]. 본 연구에 포함된 모든 수술은 이 연구 이전에 이미 단일공 충수절제술을 100예 이상 시행한 한 명의 외과 의사에 의해 시행되었으므로, 수술자의 숙련도와 관련된 편향요인을 배제할 수 있었다고 생각된다. 그럼에도 단일공 복강경

Table 1. Patient Demographics and Disease Severity

Variable	Overall appendicitis			Simple appendicitis			Complicated appendicitis		
	SLA (n=52)	CLA (n=53)	p-value	SLA (n=39)	CLA (n=37)	p-value	SLA (n=13)	CLA (n=16)	p-value
Age (yr)	11.3 ± 4.0	12.2 ± 3.9	0.202	11.8 ± 3.7	12.9 ± 3.9	0.211	9.7 ± 4.3	10.6 ± 3.5	0.472
Sex (male)	51.9	62.3	0.284	48.7	67.6	0.096	61.5	50.0	0.711
BMI (kg/m^2)	17.9 ± 7.0	17.6 ± 8.4	0.828	18.2 ± 7.3	18.8 ± 8.5	0.752	17.1 ± 6.4	15.0 ± 8.9	0.434
WBC ($\times 1,000/\text{mL}$)	13.5 ± 5.3	14.6 ± 4.7	0.262	12.6 ± 4.8	14.3 ± 5.0	0.160	15.8 ± 6.0	15.3 ± 4.1	0.766
CRP (mg/L)	29.7 ± 45.0	43.7 ± 53.2	0.156	12.6 ± 23.7	17.5 ± 20.6	0.348	78.2 ± 56.2	102.5 ± 57.6	0.264

Values are presented as % or mean \pm SD.

SLA, single-incision laparoscopic appendectomy; CLA, conventional laparoscopic surgery; BMI, body mass index.

Table 2. Comparison of Perioperative Outcomes and Complications

Variable	Overall appendicitis			Simple appendicitis			Complicated appendicitis		
	SLA (n=52)	CLA (n=53)	p-value	S-SLA (n=39)	S-CLA (n=37)	p-value	C-SLA (n=13)	C-CLA (n=16)	p-value
Operation time (min)	70.4 ± 26.7	58.0 ± 23.4	0.016	65.3 ± 25	51.2 ± 16.5	0.006	84.2 ± 25.6	73.8 ± 29.3	0.032
Hospital stay (day)	3.1 ± 1.7	3.0 ± 1.6	0.855	2.4 ± 1.0	2.1 ± 0.5	0.134	5.3 ± 1.7	5.1 ± 1.1	0.698
Wound complication	3/52 (5.9)	6/53 (11.3)	0.489	2/39 (5.1)	5/37 (13.5)	0.256	1/13 (7.7)	1/16 (6.3)	1.000
Ileus/fluid collection	2/52 (3.9)	0/53 (0)	0.238	1/39 (2.6)	0/37 (0)	1.000	1/13 (7.7)	1/26 (3.8)	0.448
Remnant abscess	1/52 (2.0)	1/53 (1.9)	1.000	0/39 (0)	1/37 (2.7)	0.487	1/13 (7.7)	1/26 (3.8)	0.448
Resting pain score	6.6 ± 2.5	6.3 ± 2.5	0.317	6.2 ± 2.6	6.0 ± 2.7	0.829	7.9 ± 2.0	6.1 ± 3.0	0.067
Activity pain score	6.9 ± 2.4	6.3 ± 2.5	0.189	6.5 ± 2.4	6.2 ± 2.3	0.673	8.3 ± 2.1	6.3 ± 2.8	0.056
Cosmetic result score	9.2 ± 1.1	9.1 ± 1.4	0.853	9.3 ± 0.9	9.1 ± 1.3	0.498	8.8 ± 1.5	9.2 ± 1.5	0.540

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

SLA, single-incision laparoscopic appendectomy; CLA, conventional laparoscopic appendectomy; S-, simple; C-, complicated.

충수절제술이 삼공 술식에 비하여 수술 시간이 길게 소요되었다. 또한 본 연구에서 단순충수염과 복잡성 충수염을 분리하여 분석한 결과에서도 모두 단일공 충수절제술에서 더 많은 수술 시간이 소요된 것으로 나타났으므로, 실제로 단일공 충수절제술이 수술 시간이 더 많이 소요된다고 볼 수 있다. 단일공 술식에서는 일반적으로 동측 시야각을 개선하기 위해서 30° 이상의 시각(angle of view)을 가진 카메라를 사용하거나 관절형 수술 기구를 조합하기도 하지만, 여전히 기구간의 잦은 충돌로 인해 동작 범위의 제약을 받기도 하고 수술 보조의 단일공 술식에 대한 이해도 부족과 숙련도 미흡 등이 수술 시간에 영향을 줄 수 있다고 추정할 수 있다.

기존의 연구에서 단일공 충수절제술 후 발생한 창상 감염이나 수술 후 복강 내 합병증의 빈도는 삼공 술식과 비교하였을 때 대부분 차이를 보이지 않는다고 보고되고 있으며[6,11,15-18], 본 연구에서도 이 점을 확인할 수 있었다. 이는 단일공 복강경 충수절제술이 숙련된 의사에 의해 시행될 경우 안전한 술식임을 나타낸다.

본 연구에서 사용한 얇은 플라스틱 창상견인기(Alexis wound retractor)는 수술 도중 배꼽 절개창 주변을 오염으로부터 보호할 수 있는 장점이 있다. 또한 수술용 장갑과의 조합을 통해서 절제된 충수돌기를 복강 밖으로 꺼낼 때에도 복강경 수술용 검체주머니를 쓰지 않고도 오염을 최소화한 상태에서 시행할 수 있는 장점이 있다.

투관침 개수가 줄어들었기 때문에 수술 후 통증이 감소할 수 있을 것이라는 예측과 달리, 실제 단일공을 이용한 수술 후 통증이 삼공 술식보다 더 심하다는 보고가 있다[19]. 이는 삼공 술식일 경우 배꼽 절개에 사용되는 피부 절개창의 길이가 일반적으로 15 mm 전후이지만, 단일공 술식일 때에는 이보다 긴 최소 20 mm 이상의 근막 절개가 사용되는 데 기인한다고 생각된다. 특히 성인의 경우에는 차이가 없으나 소아의 경우 더 통증을 느낀다고 보고[19]된 것을 볼 때, 소아의 경우 체격에 비해 상대적으로 큰 절개창이 통증을 더 유발할 수 있다고 추측된다. 또한 단일공을 통해서 모든 수술 기구가 조작되며, 수술 도중에 투관침에 의한 보호 없이 직접 근막을 지속적으로 자극하는 것이 또 하나의 요인이 될 수 있다고 추측한다. 그러나 본 연구에서는 단일공 충수절제술의 통증 정도가 삼공 술식과 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 수술 시간이 유의하게 지연된 복잡성 충수염에서 시행된 단일공 술식은 삼공 술식과 비교하여 수술 후 휴식기와 일상생활 시 통증의 정도가 모두 심한 경향을 보였다(Table 2). 그러므로 숙련된 수술자가 최소한의 근막 절개와 수술 중 배꼽 절개창의 자극을 최소화하려는 노력과 동시에 총 수술 소요 시간을 줄이는 것이 통증의 정도를 줄이는 한 가지 요인으로 작용할 수 있다고 추측된다.

단일공 충수절제술은 이론적으로 오직 배꼽 내부 절개창만을 이용하는 'scarless' 수술 방법으로서 심미적인 효과가 삼공 술식보다 우세할 것으로 예측할 수 있다. Gasior 등[20]에 따르면, 수술 후 초기에 측정된 미용효과 척도는 단일공 술식이 높았지만, 25개월 후에는 차이가 없어진다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 수술 후 2주째 측정된 미용효과 척도에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한, 수술 후 2주째 설문 결과뿐만 아니라 현재 시행 중인 3-6개월 사이의 전화를 통한 문진에서도 모두 차이를 보이지 않아(data not showed), 결국 소아에서 단일공 술식의 심미적 우세를 확인할 수 없었다. 그러나, 실제로 단일공을 통한 수술을 받은 환자 또는 보호자와 삼공 수술을 받은 환자 또는 보호자가 상호 비교되지 않았고, 비교할 수 있는 객관적 척도가 제시되지 못하였으며, 주관적인 판단만으로 측정되었기 때문에 결론을 내리는 데에는 한계가 있다고 판단된다. 따라서 향후 수술 후 심미적 효과를 객관적으로 측정할 수 있기 위해서는 scoring system을 개발할 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 단일공 충수절제술이 삼공 술식과 비교하여 수술 소요 시간이 길었고, 수술 후 통증이나 미용효과 측면에서 우세함을 증명하지는 못하였지만, 창상 감염이나 복강 내 합병증 발생률에서 유사한 결과를 보였다. 따라서 단일공 충수절제술은 단순 충수염은 물론 천공성 충수염을 가진 소아환자에게 적용하는 데 있어서 비교적 안전하고 유용한 대안이 될 수 있다고 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

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

REFERENCES

- Kim HJ, Lee JI, Lee YS, Lee IK, Park JH, Lee SK, et al. Single-port transumbilical laparoscopic appendectomy: 43 consecutive cases. *Surg Endosc* 2010;24:2765-9.
- Garey CL, Laituri CA, Ostlie DJ, Snyder CL, Andrews WS, Holcomb GW 3rd, et al. Single-incision laparoscopic surgery in children: initial single-center experience. *J Pediatr Surg* 2011;46:904-7.
- Lee SY, Lee HM, Hsieh CS, Chuang JH. Transumbilical laparoscopic appendectomy for acute appendicitis: a reliable one-port procedure. *Surg Endosc* 2011;25:1115-20.
- Vettoretto N, Mandalà V. Single port laparoscopic appendectomy: are we pursuing real advantages? *World J Emerg Surg* 2011;6:25.
- Lee JA, Sung KY, Lee JH, Lee do S. Laparoscopic appendectomy with a single incision in a single institute. *J Korean Soc Coloproctol* 2010;26:260-4.
- Sozutek A, Colak T, Dirlik M, Ocal K, Turkmenoglu O, Dag A. A prospective randomized comparison of single-port laparoscopic

- procedure with open and standard 3-port laparoscopic procedures in the treatment of acute appendicitis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2013;23:74-8.
7. Song LY, Jung KH. Early experience of single incision laparoscopic surgery in pediatrics in a single center. *J Korean Assoc Pediatr Surg* 2013;19:90-7.
8. Lee SE, Choi YS, Kim BG, Cha SJ, Park JM, Chang IT. Single port laparoscopic appendectomy in children using glove port and conventional rigid instruments. *Ann Surg Treat Res* 2014;86:35-8.
9. Yannam GR, Griffin R, Anderson SA, Beierle EA, Chen MK, Harmon CM. Single incision pediatric endosurgery (SIPES) appendectomy--is obesity a contraindication? *J Pediatr Surg* 2013;48:1399-404.
10. St Peter SD, Adibe OO, Juang D, Sharp SW, Garey CL, Laituri CA, et al. Single incision versus standard 3-port laparoscopic appendectomy: a prospective randomized trial. *Ann Surg* 2011;254:586-90.
11. Perez EA, Piper H, Burkhalter LS, Fischer AC. Single-incision laparoscopic surgery in children: a randomized control trial of acute appendicitis. *Surg Endosc* 2013;27:1367-71.
12. Zehetner J, Pelipad D, Darehzereshki A, Mason RJ, Lipham JC, Katkhouda N. Single-access laparoscopic cholecystectomy versus classic laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2013;23:235-43.
13. Markar SR, Karthikesalingam A, Di Franco F, Harris AM. Systematic review and meta-analysis of single-incision versus conventional multiport appendicectomy. *Br J Surg* 2013;100:1709-18.
14. Kang DB, Lee SH, Lee SY, Oh JT, Park DE, Lee C, et al. Application of single incision laparoscopic surgery for appendectomy in children. *J Korean Surg Soc* 2012;82:110-5.
15. Frutos MD, Abrisqueta J, Lujan J, Abellan I, Parrilla P. Randomized prospective study to compare laparoscopic appendectomy versus umbilical single-incision appendectomy. *Ann Surg* 2013;257:413-8.
16. Lee WS, Choi ST, Lee JN, Kim KK, Park YH, Lee WK, et al. Single-port laparoscopic appendectomy versus conventional laparoscopic appendectomy: a prospective randomized controlled study. *Ann Surg* 2013;257:214-8.
17. Park JH, Hyun KH, Park CH, Choi SY, Choi WH, Kim DJ, et al. Laparoscopic vs transumbilical single-port laparoscopic appendectomy; results of prospective randomized trial. *J Korean Surg Soc* 2010;78:213-8.
18. Teoh A, Chiu PW, Wong TC, Poon MC, Wong SK, Leong HT, et al. A double-blinded randomized controlled trial of laparoendoscopic single-site access versus conventional 3-port appendectomy. *Ann Surg* 2012;256:909-14.
19. Gao J, Li P, Li Q, Tang D, Wang DR. Comparison between single-incision and conventional three-port laparoscopic appendectomy: a meta-analysis from eight RCTs. *Int J Colorectal Dis* 2013;28:1319-27.
20. Gasior AC, Knott EM, Holcomb GW 3rd, Ostlie DJ, St Peter SD. Patient and parental scar assessment after single incision versus standard 3-port laparoscopic appendectomy: long-term follow-up from a prospective randomized trial. *J Pediatr Surg* 2014;49:120-2.