

Anesth Pain Med 2017; 12: 195–200
<https://doi.org/10.17085/apm.2017.12.3.195>

■ 종 설 ■

pISSN 1975-5171 • eISSN 2383-7977



소아 기도 관리의 최신 지견

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실, 마취통증의학연구소

이정림

Updated review in pediatric airway management

Jeong Rim Lee

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

With respect to anesthesia for pediatric patients, the most challenging component is airway management because it has been known to be the most significant cause of anesthesia-related morbidity or mortality. Recently, in the field of pediatric anesthesia, several interesting studies have been published; one study presents the incidence of complications related to difficult tracheal intubation, and the other studies have performed re-examination of the upper airway anatomy. In addition, supraglottic airway devices (SGA) are the main devices not only for securing the airway in an emergent situation but also for routine anesthetic management. Therefore, it is necessary to summarize and re-consider the results of studies on SGA for better use. This review presents an introduction to the recent progressive studies regarding pediatric airway management and it provides several considerations which have been overlooked for safe and effective use of SGA. (*Anesth Pain Med* 2017; 12: 195-200)

Key Words: Airway management, Anesthesiology, Intratracheal intubation, Laryngeal masks.

Received: May 11, 2017.

Revised: June 13, 2017.

Accepted: June 16, 2017.

Corresponding author: Jeong Rim Lee, M.D., Ph.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea. Tel: 82-2-2227-4135, Fax: 82-2-2227-7897, E-mail: manya@yuhs.ac

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.

서론

1993년 미국에서 마취와 관련된 의료 과실 청구(malpractice claim)를 분석한 결과 소아의 의료 과실 청구(malpractice claim)는 성인보다 호흡기계 관련 사건이 더 흔하고, 이로 인한 사망률도 더 높으며, 이에 따라 더 많은 액수를 지급해야 한다는 사실이 발표되었는데[1], 이는 기도 관리가 소아 마취에서 가장 주의를 기울여야 할 부분이라는 인식의 근거가 되었다. 이로부터 약 15년이 지난 2007년 Jimenez 등 [2]의 보고에 의하면, 의료 과실 청구의 전반적인 빈도는 점차 감소하고 있고, 심혈관 관련 사건으로 인한 청구가 증가하고 있기는 하지만 호흡기계 관련 문제는 여전히 주된 원인을 차지하였다.

20세기 말부터 후두마스크(laryngeal mask airway: LMA)가 대중화되고, 21세기에 들어서 각종 비디오 후두경(video-laryngoscope)이 개발되면서, 마취통증의학과 의사들은 이전보다 기도관리 방법에 대한 선택의 폭이 넓어졌고, 이 새로운 방법들 또한 사용자가 사용하기에 더 편리하도록, 또는 어려운 기도 확보에 보다 효과가 있도록 계속 개선되어가고 있다. 그리고 이와 같은 혁신은 소아 기도 관리에 있어서도 많은 발전을 가져왔다. 그럼에도 불구하고, 소아환자의 마취에 있어 가장 중요하고도 도전적인 부분은 2017년 현재에도 여전히 기도관리일 것이다. 따라서 소아마취를 담당하는 마취통증의학과 의사들은 소아 기도 관리 관련 최신 연구결과들을 통해 스스로의 지식과 기술을 습득할 필요가 있다. 그리고 이러한 최신 지견 습득은 간헐적으로 소아마취를 담당하는 마취통증의학과 의사들에게 더욱 필요할 것이다.

본 종설은 이런 요구를 충족시키기 위해, 흥미로운 세 가지 주제에 대해 고찰해 보고자 한다. 첫째는, 어려운 기관내 삽관과 이에 관한 합병증을 고찰한 대규모 임상연구에 대한 소개, 두 번째는 그동안 모두가 믿어오던 소아의 기도는 갈매기 모양이라는 믿음을 깨는 소아 기도의 해부학적 구조에 대한 최근 연구 결과와 이를 바탕으로 한 적절한 기관내관의 선택에 대한 고민, 세 번째는 성문상 기도기구(supraglottic airway devices, SGA)의 사용과 관련되어 실제

임상에서 흔히 간과되는 문제점들과 관련된 연구들의 고찰, 이 세 가지 주제에 대해 다뤄보도록 하겠다.

소아의 어려운 기관내 삽관과 이와 연관된 합병증에 관한 최신 연구 결과 고찰

과거의 기도 관련 합병증에 대한 데이터는 주로 의료 과실 청구를 분석한 결과를 기반으로 하고 있는데, 이는 합병증이 나타난 후의 결과와 그 원인을 역으로 추적한 것일 뿐만 아니라 과실 청구가 발생하지 않은 것에 대해서는 전혀 알 수가 없다. 따라서, 관리가 어려운 기도의 정확한 발생 정도나 이로 인한 합병증의 연관 관계 등에 대한 정보를 정확히 제공해 준다고 보기는 어려웠다.

그러던 중, 약 10년 전 소아마취학회(Society for Pediatric Anesthesia)에서는 세계 최초로 미국 내 13개의 대형 어린이 병원이 참여하는 the Pediatric Difficult Intubation (PeDI)라는 레지스트리를 구축하고, 마취과 의사가 시행 또는 지도 감독하는 18세 이하의 환자를 대상으로 한 모든 기관 삽관에 대해 어려운 기관내 삽관의 발생시 이 레지스트리에 등록하도록 하였다[3]. 여기서 어려운 기관내 삽관이란 ① 직접 후두경 상 Cormack and Lehane classification 3 이상의 후두의 노출이 어려운 경우, ② 해부학적 이상으로 인해 직접 후두경을 사용하기가 어려운 경우, ③ 이전 6개월 이내에 직접 후두경으로 삽관에 실패한 병력이 있는 경우, ④ 담당 마취과의 신체 검진 소견상 어려운 기관내 삽관이 예상되는 경우 등의 4가지로 정의하였다. 2012년 8월부터 2015년 1월까지의 12개 병원의 삽관이 어려웠던 1,018명의 소아 환자를 분석한 결과가 마침내 2016년 Lancet respiratory

medicine에 발표되었고[3], 그 결과가 흥미롭고도 유용하여 본 증설에서 자세히 소개하고자 한다.

이 연구 결과에 따르면, 미국의 대형 종합병원을 기준으로 볼 때 소아의 어려운 기관내 삽관의 발생률은 1,000명의 소아 환자 중 2-5명이고, 이 중 약 20%에서 삽관과 관련된 합병증이 발생한다고 한다.

우선, 삽관시 첫 번째로 시도한 기구를 보면, 직접 후두경을 사용한 경우가 46%, 굴곡성 기관지경을 사용한 경우가 28%, 비디오 후두경을 사용한 경우가 18%였다. 그러나, 1회 시도시 삽관 성공률은 직접 후두경을 사용한 경우 3%에 불과했고, 다른 두 방법은 각각 54%, 55%에서 첫 시도로 삽관에 성공하였다.

이 연구에서 기도 손상을 포함한 합병증은 Table 1과 같이 심각한 합병증과 그렇지 않은 합병증으로 정의하였다. 총 환자 중 20% (1,018명 중 204명)에서 적어도 한 가지 이상의 합병증이 발생했는데, 심각한 합병증 중 가장 흔했던 것은 심장 마비(15명, 2%), 경미한 합병증 중 가장 흔했던 것은 저산소증(94명, 9%)이었다고 한다. 전반적인 합병증의 빈도는 기도 삽관이 어려울 것으로 예상되었던 환자군과 예상하지 못했던 환자군에서 비슷했지만, 심각한 합병증의 빈도는 예상하지 못했던 환자들에게서 더 높았다. 합병증의 발생을 높이는 인자로는 3번 이상의 삽관 시도, 체중 10 kg 이하, 갑상선-턱끝 길이가 짧은 경우 등이 가장 연관이 큰 것으로 밝혀졌다. 또한, 합병증이 발생한 경우는 중위 (median) 삽관 시도 수가 3회인데 비해 발생하지 않은 경우의 시도 수는 2회로, 삽관 시도 횟수가 증가할수록 합병증의 발생도 증가하는 것으로 분석되었다(회당 odd ratio 1.5). 다른 방법으로 변환 없이 직접 후두경을 3번 연속으로 시

Table 1. Classification of Complications in the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) Registry [3]

Category	Sub-category	Frequency, n (%)	
Severe airway injury	Glottis or subglottic injury	14 (1)	
	Clinical evidence of aspiration	1 (1)	
	Cardiac arrest	15 (1)	
	Emergent surgical airway	-	
	Esophageal intubation with delayed recognition	-	
	Pneumothorax	1 (< 1)	
	Death	5 (< 1)	
	Non-severe complication	Dental or lip trauma	44 (4)
		Pharyngeal bleeding	12 (1)
		Arrhythmia without hemodynamic consequences	4 (< 1)
Bronchospasm		12 (1)	
Epistaxis		14 (1)	
Esophageal intubation with immediate recognition		32 (3)	
Hypoxemia		94 (9)	
Laryngospasm		32 (3)	
Emesis without aspiration		4 (< 1)	

행하는 것도 합병증을 높이는 요인으로 분석되었는데, 직접 후두경을 2회 이하로 시도하고 이후 다른 방법으로 전환한 경우가 3번 이상 연속으로 직접 후두경을 시도한 경우에 비해 합병증의 발생 빈도가 유의하게 낮았다(21% vs. 30%).

이와는 별도로, 급성 호흡 부전으로 중환자실에 입실하는 소아들을 대상으로 한 레지스트리를 통한 연구도 2016년에 발표되었다[4]. 이 연구에서는 3,382건의 기관 삽관 건을 분석하였다. 첫 번째 시도로 삽관에 성공한 경우가 60%, 두 번째에 성공한 경우가 24%, 3번 이상 시도했던 경우가 15%였고, 시도 횟수는 나이가 어릴수록, 기도 삽관이 어려웠던 과거력이 있을 경우, 상기도 폐쇄의 징후가 있는 경우, 그리고 첫 시도자의 숙련도가 낮을수록 증가하였다. 산소 포화도 감소나 심각한 합병증의 발생 빈도 역시 시도 횟수에 따라 유의하게 증가하였다[4].

위의 두 연구 결과를 토대로 볼 때, 우선 10 kg 이하, 갑상선-턱끝 길이가 짧고, 기도 삽관이 어려웠던 과거력이 있고, 해부학적으로 이상이 있어 보이는 경우에는 기도 삽관이 어려울 것을 염두에 두어야 할 것이다. 이런 소아환자들에게 직접 후두경만으로 반복적으로 삽관을 시도하는 것은 성공률이 높지 않을 뿐만 아니라 그 시도 횟수가 증가할수록 합병증의 발생을 높일 수 있으므로, 마취 유도 전 기도 확보 전략을 미리 계획하고, 최소한의 시도로 삽관에 성공하기 위해 다양한 방법을 효과적으로 활용할 수 있어야 한다. 단순히 직접 후두경만으로 여러 사람이 돌아가며 반복적으로 삽관을 시도하는 것은 반드시 지양되어야 할 것이다.

소아 상기도 해부학의 미신과 실재, 그리고 적절한 기관내관의 선택

1800년대 말 Bryeux가 4개월-14세의 사체 15구를 해부한 결과와, 이를 근거로 1950년대에 Eckenhoff가 발표한 내용 [5]을 바탕으로, 참으로 오랜 세월 동안 소아의 후두는 운상 연골부위가 가장 좁은 갈매기 모양이라고 굳게 믿어져 왔다. 그러다가, 21세기에 들어서야 MRI, 굴곡성 기관지경, CT 등의 첨단 검사 도구를 이용한 소아 상기도 해부학에 대한 새로운 결과가 발표되기 시작했다(Table 2).

Litman 등[6]은 2개월-13세의 99명의 진정 하에 MRI 검사를 받는 어린이의 상기도 MRI를 분석하였고, 소아의 기도

에서 가장 좁은 부분은 성대의 가로축이고, 앞뒤 축은 발달에 관계 없이 전 기도에 걸쳐 원통 모양이라고 발표하였다. Dalal 등[7]은 6개월에서 13세 사이의 128명의 전신마취 된 소아의 기도를 굴곡성 기관지경을 이용해 관찰하였는데, 성대부위의 단면적은 $30 \pm 1.65 \text{ mm}^2$, 운상 연골 부위의 단면적은 $48.9 \pm 15.5 \text{ mm}^2$ 로, 가장 좁은 부위는 성문이고, 이는 나이에 따라 바뀌지 않는다고 하였다. Wani 등[8]이 1개월에서 10세의 130명의 CT scan을 분석한 결과도 성문 직하부 부위의 단면적은 $55.9 \pm 21.8 \text{ mm}^2$, 운상 연골 부분의 단면적은 $57.1 \pm 21.2 \text{ mm}^2$ 이고, 소아 기도에서 가장 좁은 부위는 운상 연골이 아닌, 성문의 가로축이라고 하였다.

서로 다른 방법을 사용했지만, 결과는 공통된 위의 세 연구를 토대로 볼 때 소아의 기도는 성장에 따라 갈매기 모양에서 원통 모양으로 변하는 것이 아니라, 이미 어릴 때부터 가장 좁은 부위는 성인과 같은 성문 부위일 가능성이 클 것으로 보인다[9].

이에 따라 기관 내관의 선택에 있어서도 새로운 해석이 필요하다. 즉, 과거에는 8세 이하의 소아에서는 운상 연골이 가장 좁은 부분이기 때문에 기낭(cuff)이 없는 기관내관을 사용해야 한다고 알려져 있었다. 그러나 많은 사용자가 이미 경험했겠지만, 내경이 0.5 mm 간격으로 생산되는 기낭 없는 기관내관이 키와 몸무게가 제각각인 소아 개개인에게서 leak과 seal을 동시에 만족시키기는 쉽지 않고, 이에 따라 다른 크기의 튜브로 바꾸거나 leak을 감수하고 양압 환기를 해야 하는 경우도 많았다[10]. 그뿐만 아니라, Litman 등[6]과 Dalal 등[7]은 운상 연골이 원형이 아닌 앞뒤가 길고 양옆이 좁은 타원형에 가깝다고 하였는데, 이는 원형의 기낭 없는 기관 내관이 거치되었을 경우 최적의 fitting으로 여겨지더라도 실제로는 앞뒤 빈 공간으로는 leak이 생기고 양옆으로는 과도한 압력이 가해질 수 있다는 것을 의미한다. 이런 해부학적인 새로운 이해와 더불어, 최근 10년간 기낭이 있는 기관내관의 사용에 대한 인식에도 큰 변화가 있었다. 기낭이 있는 관은, 적당한 크기의 튜브를 찾기 위해 삽관을 여러 번 해야 할 필요성을 현저하게 줄이고, 기낭 내 압력만 안전한 범위 안에서 유지된다면 기도 손상의 위험이나 인후 통증의 발생이 기낭이 없는 기관 내관에 비해 결코 증가시키지 않거나 오히려 감소시킨다는 결과들이 계속 발표되어 왔다[11-13]. 또한, 기낭이 있는 튜브를

Table 2. Summary of the Recent Studies about Anatomy of Pediatric Airway

1 st author	Year	Age group	Patients number	Modality	Consciousness state	Neuromuscular blockade
Litman [6]	2003	2 months-13 yr	99	MRI	Sedation	No
Dalal [7]	2009	6 months-13 yr	128	Fiberoptic bronchoscopy	General anesthesia	Yes
Wani [8]	2016	1 month-10 yr	130	CT	Sedation or natural sleep	No

사용하는 것은 당연히 양압 환기 시 산소화와 호흡을 좀 더 신뢰할 수 있게 만들어주고 흡입 마취제의 전달을 효율적으로 해주며, 주변 공기의 오염 또한 줄일 수 있다[14,15].

이론적으로 소아용 기낭은 high-volume low-pressure의 기준을 맞추기 위해서는 매우 얇은 재질로 만들어져야 하고, 기낭의 길이를 짧게 제작해서 기낭의 위쪽 경계는 윤상 연결 아래쪽의 성문하 부위에 안정적으로 위치하도록 디자인 되어야 한다. 또한, 튜브가 적절한 위치에 거치되었을 때 튜브의 끝은 당연히 기관 분기부 위에 충분한 안전역을 가져야 한다. 그러나 많은 회사의 소아용 기낭이 있는 튜브는 회사마다 외경, 기낭의 크기와 위치가 다 다르고, high volume low pressure의 기준을 충족시키지 못하며, 길이 표시도 제대로 되어 있지 않거나 아예 표시되어 있지 않은 경우가 많았다[16]. 2004년경 Kimberly Clark사에서 개발한 Microcuff (Kimberly Clark, Health Care, USA)가 기낭의 재질, 위치를 소아의 기도에 맞게 개선하여 위의 기준을 거의 충족시키는 현존하는 유일한 기낭 튜브로, 2009년 시행된 평균연령 약 1.9세, 5세 이하의 어린이를 대상으로 한 다기관 임상 연구에서, 발관 후 천명(stridor)의 발생률은 기낭이 없는 튜브와 같고, 크기가 맞지 않아 튜브를 바꿔서 다시 삽관해야 했던 경우는 2.1%로 기낭이 없는 튜브의 30.8%에 비해 현저하게 줄일 수 있었다[13]. 그러나 이 Microcuff 튜브는 아직 국내에 수입되지 않아 이의 수입 및 보급이 필요할 것으로 생각된다. 이 이외의 다른 제조사의 기낭이 있는 튜브를 사용할 때는 기낭의 적절한 위치와 튜브의 안전한 길이가 서로 상충할 수 있다는 점을 유념하여 주의해서 사용하여야 하겠다.

성문상 기도 도구(SUPRAGLOTTIC AIRWAY, SGA) 사용시 우리가 놓치고 있는 것들

SGA는 이미 difficult airway algorithm에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 환기가 어려운 경우에서부터 삽관에 실패한 경우에서까지 다양한 상황에서 사용해 볼 수 있다 [17-20]. 성인에서는 전신마취가 필요 없는 간단한 기술을 위해 소아에서는 전신마취를 해야 하는 경우들이 많은데, 이때도 삽관 대신 사용할 수 있을 뿐만 아니라 삽관에 비해 산소 포화도 감소, 후두 경련, 기침, 호흡 정지 발작 등의 회복 중 발생할 수 있는 호흡기계 합병증을 줄일 수 있다고 한다[21,22]. 이렇게 사용의 폭이 넓어진 데에는 소아에서는 성인에 비해 SGA의 삽입 성공률이 높다는 사실이란 요인일 것이다. Mathis 등[23]이 2013년 LMA classic과 LMA Unique의 삽입 건을 대상으로 발표한 연구에 따르면, 전체 11,910건 중 삽입에 실패한 경우는 102건으로 0.86%에 불과했으며, 삽입 실패는 주로 이비인후과적 수술, 수술이 길어진 경우, 선천적으로 기도의 기형이 동반된 경우, 그리

고 환자의 이송 등과 관련이 있었다. 따라서, LMA는 이런 경우들만 주의한다면 매우 안정적으로 사용할 수 있는 기구로 생각된다. 또한, 이 연구가 LMA classic과 LMA unique만을 대상으로 한 연구임을 고려하면, 기능이 개선된 다양한 종류의 SGA가 사용 가능한 요즘에는 삽입 실패율도 더 낮아졌을 것으로 기대해 볼 수 있다.

SGA는 크게 1세대와 2세대 기구로 나뉜다. 1세대 기구는 성문 주변을 마스크로 감싸는 간단한 기도 튜브임에 비해, 2세대는 식도를 통해 위를 감압할 수 있는 통로를 만들었고, 성문 주변의 seal도 개선하여, 양압 환기시 위(stomach)로 공기가 들어갈 위험을 줄이고 좀 더 효율적인 양압 환기를 가능하게 한다는 이론적인 장점이 있다[24]. 그리고 2세대 SGA는 대개 built-in bite block이 내장되어 있어 무의식 중 기도유지기를 물어서 생길 수 있는 기도 폐쇄를 예방할 수 있다.

그동안 기낭 내 압력은 60 cmH₂O 정도가 적당하다고 알려져 있었으나, 이보다 낮은 압력이 더 유용하다는 몇몇 결과가 있다. 2010년 Hockings 등[25]은 LMA 1.5-3을 사용하여 자발호흡을 유지하는 100명의 소아 환자를 대상으로 20, 40, 60 cmH₂O의 세 기낭 압력의 sealing 정도를 비교하였는데, 40 cmH₂O에서 가장 적은 leak을 보인 반면 권장 압력인 60 cmH₂O에서 오히려 가장 많은 leak을 보였다. Jagannathan 등[26]은 LMA supreme과 LMA unique에서의 최적의 기낭 내 압력을 비교하였는데, 두 LMA 모두에서 60 cmH₂O가 40 cmH₂O에 비해 더 나은 sealing을 보이지 못했다. LMA supreme의 경우는 60 cmH₂O가 40 cmH₂O에 비해 조금 더 나은 sealing을 보장한다는 연구 결과도 있지만, 역시 60 cmH₂O보다 높은 압력에서는 sealing 능력이 떨어졌다[27]. 또한, 기낭 내 압력은 인후통을 유발하는 유의한 위험인자이기도 하다. 인후통은 기낭 내 압력이 40 cmH₂O 이하 일 때는 전혀 발생하지 않았고 40-60 cmH₂O에서는 오직 4.6%에서만 발생한 반면, 100 cmH₂O 이상에서는 무려 56.5%에서 발생하였다[28]. 따라서, SGA 사용시에는 압력측정기를 이용하여 기낭 내 압력을 감시하는 것이 좋으며, 적절한 기낭의 압력은 SGA의 디자인과 기낭의 재질(silicone vs. PVC)에 따라 약간의 차이는 있겠으나 40 cmH₂O 정도, 적어도 60 cmH₂O는 넘지 않게 유지하는 것이 sealing의 성능을 높이고 인후통 등의 합병증을 줄이기 위해 바람직할 것이다. 또한, I-gel이나 air-Q SP 등 기낭을 부풀릴 필요가 없는 SGA도 있어, 기낭의 압력을 측정 및 감시할 수 없는 상황에서는 오히려 이런 기구들이 유용할 수도 있다. 단, 이 두 SGA의 경우 삽입 직후보다는 삽입 후 일정 시간이 지나야 sealing 효율이 향상된다는 점을 알고 있어야 하겠다[29].

AmbuAura-이나 Air-Q는 기관내 삽관의 통로(conduit)로 사용되도록 제작된 SGA이며, 이를 통해 굴곡성 기관지경을 이용한 기관 삽관은 유용한 것으로 알려져 있다[30]. 그러나

이들을 이용한 맹검 삽관(blind intubation)은 Air-Q의 경우 15%, AmbuAura-i의 경우 단지 3%에서만 가능하였다[31]. 이는, 소아에서는 후두개가 접혀있어 성문을 덮고 있는 경우가 매우 흔하므로, 환기가 잘 되는 것과는 별개로 최상의 성문의 시야를 확보할 수 있는 경우는 매우 드물기 때문에 생각된다(Kleine-Brueggenehy 등[31]의 연구에서 Air-Q는 21%, AmbuAura-i는 10%에 불과함). 따라서, 소아 환자에서는 SGA를 통한 맹검 삽관은 추천되지 않으며, 삽관은 반드시 골곡성 기관지경을 사용하여 이의 유도 하에 시행하는 것이 좋겠다.

결론

소아는 무호흡으로 안전한 산소 포화도를 유지할 수 있는 시간이 매우 짧으므로 빠른 시간안에 기도를 확보하는 것이 중요하지만, 평소에 소아에 익숙하지 않은 마취통증의학과 의사들은 경험이 부족할 뿐만 아니라 이와 관련된 최신 지식이나 기술을 습득할 시간적 여유도 충분치 않을 것이다. 본 종설이 이런 분들을 위해 최신 연구 결과들을 소개하여 진료에 도움이 되었기 바란다. 요약하자면, 첫째, 소아 1,000명 중 2-5명의 소아는 기관내 삽관이 어려울 가능성이 있고, 이들의 20%에서는 크건 작건 삽관과 관련하여 합병증이 발생한다. 무엇보다도 삽관의 시도 횟수가 곧 합병증의 발생과 직결되기 때문에, 직접 후두경만으로 반복적으로 삽관을 시도하는 것은 절대 지양해야 하며, 다양한 기도 삽관 관련 기구들을 미리 준비하고 적절히 사용할 줄 알아야 한다. 둘째, 소아의 후두는 성인과 마찬가지로 원통형에 가깝고, 윤상연골이 가장 좁은 부위가 아닐 수 있기 때문에, 기낭이 있는 튜브의 사용을 좀 더 적극적으로 고려해 볼 수 있다. 다만, 현재 소아의 기도의 해부학에 적합한 기낭이 있는 튜브는 국내에는 없고, 제조사마다 기낭의 위치, 기낭의 크기(길이), 기낭의 성상 등이 모두 다르기 때문에, 기낭의 적절한 위치와 튜브 끝의 안전한 위치 모두를 얻기는 어려울 수 있음을 알고 있어야 한다. 또한, 기낭 내 압력은 반드시 감시하고 적절하게 조절해야 한다. 셋째, 모든 종류의 SGA에서 다 적용하기엔 아직 무리이지만, 소아에서 leakage를 최소화하는 기낭 내 압력은 40 cmH₂O라는 연구들이 있어, 성인에서 일반적으로 적용하는 60 cmH₂O보다는 낮다. 또한, 기낭 내 압력은 인후통 등의 합병증의 발생을 증가시키는 중요한 요인이기 때문에 반드시 적절한 수준으로 유지해야 하겠다.

REFERENCES

- Murray JP, Geiduschek JM, Caplan RA, Posner KL, Gild WM, Cheney FW. A comparison of pediatric and adult anesthesia closed malpractice claims. *Anesthesiology* 1993; 78: 461-7.
- Jimenez N, Posner KL, Cheney FW, Caplan RA, Lee LA, Domino KB. An update on pediatric anesthesia liability: a closed claims analysis. *Anesth Analg* 2007; 104: 147-53.
- Fiadjoe JE, Nishisaki A, Jagannathan N, Hunyady AI, Greenberg RS, Reynolds PI, et al. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. *Lancet Respir Med* 2016; 4: 37-48.
- Lee JH, Turner DA, Kamat P, Nett S, Shults J, Nadkarni VM, et al. The number of tracheal intubation attempts matters! A prospective multi-institutional pediatric observational study. *BMC Pediatr* 2016; 16: 58.
- Eckenhoff JE. Some anatomic considerations of the infant larynx influencing endotracheal anesthesia. *Anesthesiology* 1951; 12: 401-10.
- Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson PL. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology* 2003; 98: 41-5.
- Dalal PG, Murray D, Messner AH, Feng A, McAllister J, Molter D. Pediatric laryngeal dimensions: an age-based analysis. *Anesth Analg* 2009; 108: 1475-9.
- Wani TM, Bissonnette B, Rafiq Malik M, Hayes D, Ramesh AS, Al Sohaibani M, et al. Age-based analysis of pediatric upper airway dimensions using computed tomography imaging. *Pediatr Pulmonol* 2016; 51: 267-71.
- Tobias JD. Pediatric airway anatomy may not be what we thought: implications for clinical practice and the use of cuffed endotracheal tubes. *Paediatr Anaesth* 2015; 25: 9-19.
- Thomas R, Rao S, Minutillo C. Cuffed endotracheal tubes for neonates and young infants: a comprehensive review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016; 101: F168-74.
- Murat I. Cuffed tubes in children: a 3-year experience in a single institution. *Paediatr Anaesth* 2001; 11: 748-9.
- Calder A, Hegarty M, Erb TO, von Ungern-Sternberg BS. Predictors of postoperative sore throat in intubated children. *Paediatr Anaesth* 2012; 22: 239-43.
- Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. *Br J Anaesth* 2009; 103: 867-73.
- Eschertzhuber S, Salgo B, Schmitz A, Roth W, Frotzler A, Keller CH, et al. Cuffed endotracheal tubes in children reduce sevoflurane and medical gas consumption and related costs. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010; 54: 855-8.
- Raman V, Tobias JD, Bryant J, Rice J, Jatana K, Merz M, et al. Effect of cuffed and uncuffed endotracheal tubes on the oropharyngeal oxygen and volatile anesthetic agent concentration in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012; 76: 842-4.
- Weiss M, Dullenkopf A, Gysin C, Dillier CM, Gerber AC. Shortcomings of cuffed paediatric tracheal tubes. *Br J Anaesth* 2004; 92: 78-88.
- Law JA, Broemling N, Cooper RM, Drolet P, Duggan LV, Griesdale DE, et al. The difficult airway with recommendations

1. Morray JP, Geiduschek JM, Caplan RA, Posner KL, Gild WM, Cheney FW. A comparison of pediatric and adult anesthesia closed

- for management--part 2--the anticipated difficult airway. *Can J Anaesth* 2013; 60: 1119-38.
18. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013; 118: 251-70.
 19. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015; 115: 827-48.
 20. Jagannathan N, Sequera-Ramos L, Sohn L, Wallis B, Shertzer A, Schaldenbrand K. Elective use of supraglottic airway devices for primary airway management in children with difficult airways. *Br J Anaesth* 2014; 112: 742-8.
 21. Jagannathan N, Sohn L, Fiadjoe JE. Paediatric difficult airway management: what every anaesthetist should know! *Br J Anaesth* 2016; 117 Suppl 1: i3-i5.
 22. Luce V, Harkouk H, Brasher C, Michelet D, Hilly J, Maesani M, et al. Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications. *Paediatr Anaesth* 2014; 24: 1088-98.
 23. Mathis MR, Haydar B, Taylor EL, Morris M, Malviya SV, Christensen RE, et al. Failure of the Laryngeal Mask Airway UniqueTM and ClassicTM in the pediatric surgical patient: a study of clinical predictors and outcomes. *Anesthesiology* 2013; 119: 1284-95.
 24. Jagannathan N, Ramsey MA, White MC, Sohn L. An update on newer pediatric supraglottic airways with recommendations for clinical use. *Paediatr Anaesth* 2015; 25: 334-45.
 25. Hockings L, Heaney M, Chambers NA, Erb TO, von Ungern-Sternberg BS. Reduced air leakage by adjusting the cuff pressure in pediatric laryngeal mask airways during spontaneous ventilation. *Paediatr Anaesth* 2010; 20: 313-7.
 26. Jagannathan N, Sohn L, Sommers K, Belvis D, Shah RD, Sawardekar A, et al. A randomized comparison of the laryngeal mask airway supremeTM and laryngeal mask airway uniqueTM in infants and children: does cuff pressure influence leak pressure? *Paediatr Anaesth* 2013; 23: 927-33.
 27. Choi KW, Lee JR, Oh JT, Kim DW, Kim MS. The randomized crossover comparison of airway sealing with the laryngeal mask airway SupremeTM at three different intracuff pressures in children. *Paediatr Anaesth* 2014; 24: 1080-7.
 28. Wong JG, Heaney M, Chambers NA, Erb TO, von Ungern-Sternberg BS. Impact of laryngeal mask airway cuff pressures on the incidence of sore throat in children. *Paediatr Anaesth* 2009; 19: 464-9.
 29. Kim MS, Lee JH, Han SW, Im YJ, Kang HJ, Lee JR. A randomized comparison of the i-gel with the self-pressurized air-Q intubating laryngeal airway in children. *Paediatr Anaesth* 2015; 25: 405-12.
 30. Jagannathan N, Sohn LE, Sawardekar A, Gordon J, Shah RD, Mukherji II, et al. A randomized trial comparing the Ambu[®] Aura-iTM with the air-QTM intubating laryngeal airway as conduits for tracheal intubation in children. *Paediatr Anaesth* 2012; 22: 1197-204.
 31. Kleine-Brueggeny M, Nicolet A, Nabecker S, Seiler S, Stucki F, Greif R, et al. Blind intubation of anaesthetised children with supraglottic airway devices AmbuAura-i and Air-Q cannot be recommended: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2015; 32: 631-9.