

# 응급실에서 행해지는 소아 기관내삽관을 위한 적절한 깊이 추정 방법의 비교 연구

조형래 · 이정용 · 김종현 · 이종승 · 류정민

울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아청소년병원 소아응급센터

## What is the Most Appropriate Method for Estimating the Depth for Endotracheal Tubes not to Pass through the Trachea of Korean Children in the Emergency Department?

Hyung Rae Cho, M.D., Jeong-Yong Lee, M.D., Jung-Heon Kim, M.D., Jong Seung Lee, M.D., Jeong-Min Ryu, M.D.

*Department of Emergency Medicine, Pediatric Emergency Center, Asan Medical Center  
Children's Hospital, University of Ulsan, College of Medicine*

**Purpose:** The more younger the child, the more complications of endotracheal intubation are likely, such as deep intubation, extubation, atelectasis, or barotraumas, because of the small diameter and short length of the trachea. Therefore, the exact placement of tube tip in the middle third of trachea is very important; however, normal reference ranges of the length from incisors to middle third of the trachea for Korean children is not prepared yet.

**Methods:** A retrospective study was conducted on 48 children, who underwent endotracheal intubation in the emergency department of Asan Medical Center, between February 1997 and October 2007. After correcting the depth in actual tip positions by the difference between the actual intubation depths and calculated or measured depths by various methods, such as PALS guidelines, APLS formula, formula method, Broselow tape, and new formula, a comparison between these various methods was done.

**Results:** Most commonly, the tube position was too deep including position in the right main bronchus (71%). Among the children who underwent right main bronchus intubation, more than half were children less than 2 years of age (58%). The highest rate of appropriate tube position was observed when corrected using the PALS guideline (69%), and the lowest rate was observed in formula method (26%).

**Conclusion:** Meticulous intubation technique requires not to intubate too deep especially in young children less than 2 years of age. Physicians responsible for acute care of children should be knowledgeable of the PALS guideline for the appropriate depth of tracheal tube. However, it is also important to note the possibility of deep intubation while adhering to this guideline (approximately 40%). The development of methods or devices based on the distance from incisors to mid-portion of the trachea for Korean children is necessary.

**Key Words:** Child; Intubation; Airway Management; Emergencies

### Corresponding Author Jeong-Min Ryu

Department of Emergency Medicine, Asan Medical Center Children's Hospital, University of Ulsan College of Medicine, 88, Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul, 138-736, Republic of Korea  
Tel: +82-2-3010-3350 Fax: +82-2-3010-3360  
E-mail: qweynaver@naver.com

## 서 론

기관내삽관은 성인에서와 마찬가지로 소아에서도 가장 흔하게 이용되는 완전한 형태의 기도 유지 방법 중의 하나이다. 연령이 어릴수록 미성숙한 소아의 기도는 성인의 것

보다 압력이나 기계적인 손상에 취약하며, 지름이 작고 길이가 짧기 때문에 환자를 이송하거나 주변의 여러 가지 조작에 의해 성인보다 훨씬 쉽게 빠지거나 밀려 들어가기 쉽다. 이제까지의 연구에서 가장 적절한 것으로 생각되는 기관내삽관 튜브 위치는 기관 길이를 3등분하여 중간 1/3 이내에 튜브의 끝을 위치하도록 하는 것이라고 알려져 있는데, 소아의 기관은 연령이 어릴수록 길이가 짧아 적절한 구간에 해당하는 부위도 같이 짧아지므로 튜브의 끝을 정확히 위치시키는 것이 더욱 어렵다<sup>1-4)</sup>. 또한 긴장성 기흉, 무기폐와 그로 인한 저산소증 등의 합병증뿐만 아니라 사소한 움직임에 의해서도 상대적으로 더 쉽게 빠지거나 밀려들어 갈 수 있으며, 사소한 기관지 자극으로 인한 기침과 구토 유발 등으로도 임상적으로 의미 있는 합병증을 초래할 수도 있다.

또한 국내의 연구에서 Choi 등<sup>5)</sup>은 한국 성인에서 적절한 기관내삽관의 깊이가 외국의 기준보다 남녀 각각 1 cm 얇음을 보고하였고, 윤 등<sup>6)</sup>은 소아에서도 미국의 소아전문소생술 지침에서 제시하는 깊이가 30% 이상에서 실제보다 깊게 삽관되어 우리나라 소아들에게 적용 시 적절치 않을 수 있음을 제시하였으나, 이후 관련된 연구가 없었고 아직 우리나라 정상 소아들의 기준치가 마련되지 않았다. 응급실에서 소아의 전문소생술이 효과적으로 이루어지기 위하여 적절한 기도의 확보는 필수적이다. 이에 본 연구에

서는 응급실에서 소아에게 시행된 기관내삽관 깊이의 적절성 여부와 현재 삽관 깊이의 지표로 삼고 있는 기준들의 적절성을 평가해 보고자 이 연구를 시행하였다.

## 대상과 방법

### 1. 연구 대상

1997년 2월부터 2007년 10월까지 서울아산병원 응급실에서 기관내삽관을 시행 받은 15세 이하의 소아와 청소년들 중 서울아산병원 내의 기관내삽관에 해당하는 처치 코드(H1137, H1101~8, DENE01, DINT 등)가 응급실 처방에 입력되어 있거나, 응급실에서 심폐소생술을 받은 환아를 선별하여 연구 대상으로 하였다(Fig. 1).

### 2. 연구 방법

연구 기간에 응급실에서 입을 통한 기관내삽관이 시행된 67명의 환자 중에서 의무 기록상 튜브 삽관 깊이가 기록되어 있지 않거나 흉부 단순 방사선 사진을 열람할 수 없었던 19명을 제외한 48명의 환아를 대상으로, 나이와

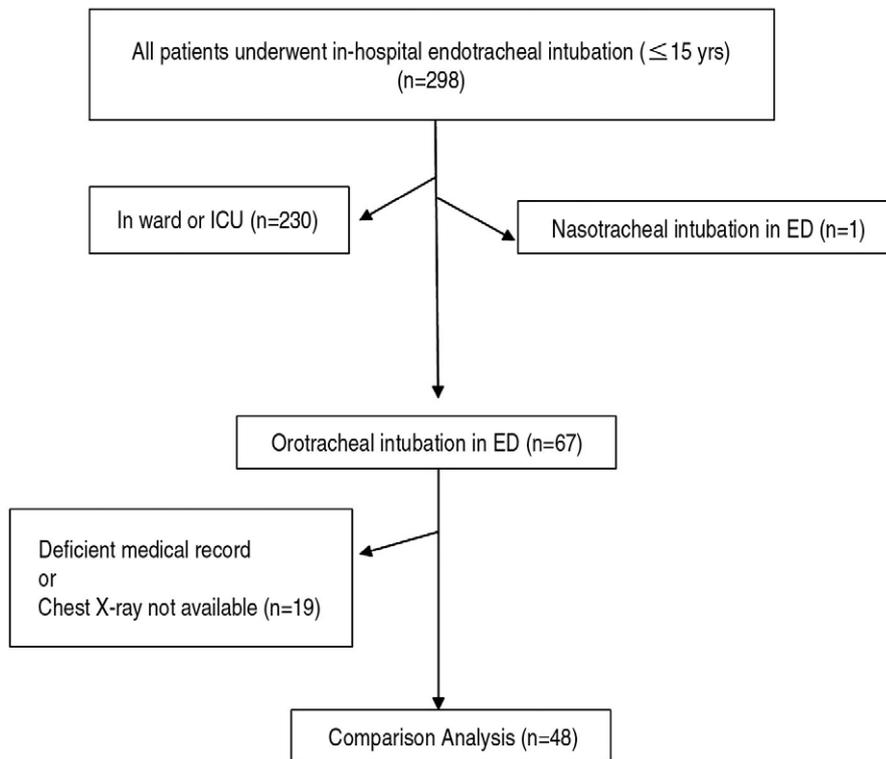
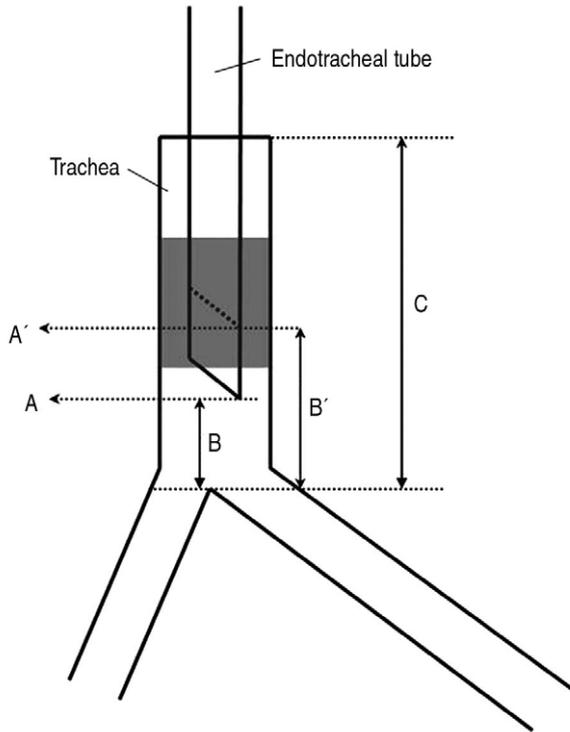


Fig. 1. Enrollment of 48 cases.

기관내삽관을 한 이유, 의무 기록에 나타난 삽관 깊이를 조사하였다. 환자들을 2세 미만, 2세~8세, 9세~15세의 연령군으로 나누어 삽관 깊이의 적합성을 비교하였다. 우리나라 소아에서 기관 총 길이를 3등분하는 지점에 대한 기준 참고치의 연구 결과를 찾을 수 없었기 때문에, 환자들의 흉부 방사선 사진상 성대에서 기관 용골까지를 기관 총 길이로 보고 이를 3등분하여 중간 1/3 범위에 튜브 끝



A: Inserted depth on medical records  
 A': Calculated/Suggested depth by each method  
 B: Length from carina to endotracheal tube tip  
 B' = B + (A' - A), corrected length  
 C: Length of trachea (from vocal cord to carina)

Fig. 2. Mimetic diagram of trachea and endotracheal tube position.

이 위치할 때를 '적절한 깊이'로 판단하였고, 기관 근위부 1/3 지점에 위치하는 경우를 '얕음', 원위부 1/3 지점에 위치하는 경우를 '깊음'으로 판정하였으며, '우측 주기관지 삽관'과 '좌측 주기관지 삽관' 사례의 빈도도 함께 조사하였다. 방사선 사진상 성대의 위치를 정확히 판별하기 힘들었던 4례의 경우 2세 이하는 제 4경추체의 위 모서리로 정하였고, 10세까지는 제 4경추체의 중간으로 정하였으며, 11세 이상의 환아에 대해서는 제 4경추체의 아래 모서리를 기준으로 하였고, 기관 용골을 잘 판별할 수 없던 1례에서는 첫 번째 용골 높이를 기관 길이의 중간 범위로 보았다.

이후, 기관의 삽관 깊이를 결정하게 도와주는 것으로 알려진 아래 5가지 방법<sup>7,8)</sup>을 비교하기로 하였다.

- ① 미국 소아전문소생술(Pediatric Advanced Life Support, PALS) 지침에서 제시하는 방법<sup>9)</sup>-2세 미만 환아는 개월 수에 따라 깊이가 정해져있으며, 2세 이후에서는  $[(0.5 \times \text{나이}) + 12]$ 로 계산(Table 3)
- ② 미국 전문소아소생술(Advanced Pediatric Life Support, APLS) 지침에서 제시한 공식으로, 2세 이상에서만 적용하며,  $[(\text{나이}/2) + 12]$ 로 계산<sup>10)</sup>
- ③ 튜브의 크기를 이용한 공식('Formula method')으로, [튜브의 내경(mm) × 3]으로 계산<sup>11)</sup>
- ④ Broselow 테이프에 나타난 삽관 깊이를 적용하는 방법<sup>10)</sup>-소아를 양와위로 눕히고 테이프를 머리 끝부터 발꿈치까지 늘어뜨려 그 길이에 해당하는 색깔의 칸에 기록된 튜브의 깊이를 읽는 것<sup>12)</sup>
- ⑤ Lau 등<sup>13)</sup>에 의해 제안된 공식으로, 1세 이상에서는  $[(\text{나이}/2) + 13]$ 으로 계산하고 1세 미만에서는  $[(\text{체중}/2) + 8]$ 로 계산

이상의 5가지 방법으로 각각 삽관 깊이를 구하고, 어떤 방법이 가장 적절한 범위로 삽관 깊이를 예측하는지 비교하기 위해 '보정 거리'를 구하기로 하였다(Fig. 2). '보정 거리'(B' of Fig. 2)는 '실제 삽관 깊이'(A of Fig. 2)와 '계산으로 구할 수 있거나 지침에서 제시하는 삽관 깊이'(A' of Fig. 2)의 오차를 계산하여 이 오차값을 '실제 튜

Table 1. The frequency of inappropriate tracheal tube position according to age groups.

	Number	< 2 yrs	2~8 yrs	9~15 yrs
Adequate	11	2	2	7
Too deep*	22	7	3	12
In RMB	12	7	2	3
Too shallow	2	1	0	1
In LMB	1	1	0	0
Total	48	18	7	23

RMB: right main bronchus, LMB: left main bronchus

\* Intubations of right or left main bronchus were not included.

브 끝에서 기관 용골까지의 거리' (B of Fig. 2)에 더한 값으로 하였으며, 각 방법마다 '보정 거리'가 환자의 기관 중간 1/3 지점과 일치하는 정도를 조사하였다.

**결 과**

연구 대상 환아들의 기관내삽관의 원인(n=67)은 심폐정지(36/67, 53.7%), 호흡부전(16/67, 23.9%), 의식 저하로 인한 기도 유지(13/67, 19.4%), 지속적인 경련(2/67, 3%) 등이었다. 성별로는 남아 33명, 여아 34명으로 차이를 보이지 않았으며 연령별 분포는 0세(23/67, 34%)가

가장 많았으며 14~15세(14/67, 21%)가 다음으로 많았다. 본 연구에서 실제 시행된 기관내삽관의 깊이는 깊음 22명, 얕음 2명, 우측 기관지 삽관 12명, 적절 11명, 좌측 기관지 삽관 1명으로 우측 기관지 삽관을 포함하여 깊게 삽관된 경우가 34명(71%)으로 가장 많았다. 연령군에 따른 기관 내 깊이의 적절성을 비교할 때, 우측 주기관지 삽관을 포함하여 깊게 삽관된 경우는 2세 미만의 환아들에서 78% (14/18)로 가장 높게 나타났다(Table 1).

여러 지침들과 공식들을 이용하여 보정한 튜브의 위치를 비교할 때, PALS 지침에 의해 보정된 경우에서 튜브 끝이 적절한 깊이에 위치하게 되는 비율이 69%로 가장 높았으며, 'Formula method' 로 보정할 때는 우측 주기관

**Table 2.** Comparison of appropriateness of various estimating methods.

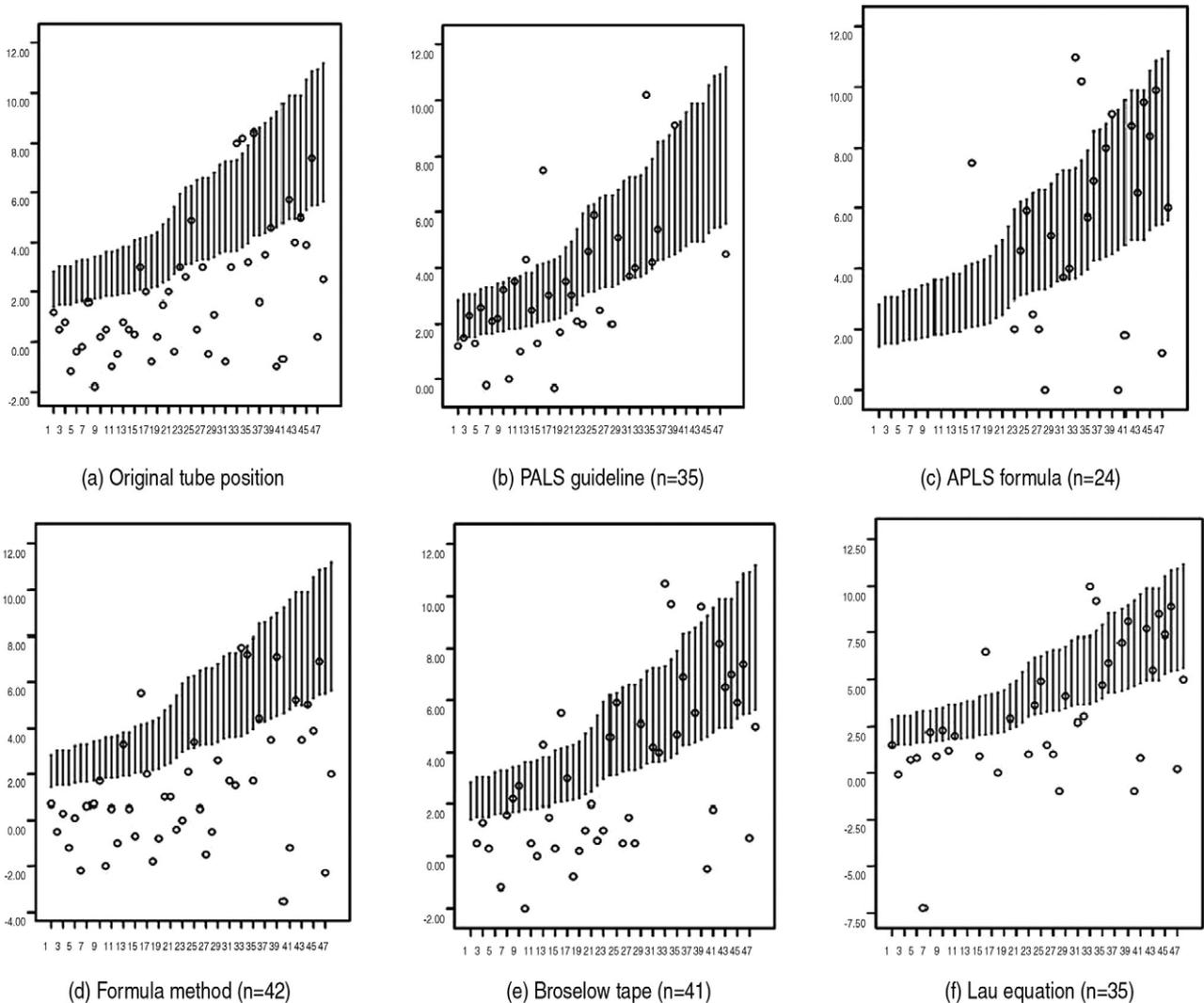
	Original position No. (%)	PALS guideline No. (%)	APLS formula No. (%)	Formula method No. (%)	Broselow tape No. (%)	Lau equation No. (%)
Adequate	11 (22.9)	24 (68.6)	13 (54.2)	11 (26.2)	18 (43.9)	17 (48.5)
Too deep*	22 (45.8)	8 (22.9)	7 (29.2)	19 (45.2)	16 (39.0)	10 (28.5)
In RMB	12 (25.0)	1 ( 2.9)	1 ( 4.2)	10 (23.8)	3 ( 7.3)	4 (11.4)
Too short	2 ( 4.2)	2 ( 5.7)	3 (12.5)	2 ( 4.8)	4 ( 9.7)	4 (11.4)
In LMB	1 ( 2.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total	48	35	24	42	41	35

RMB: right main bronchus, LMB: left main bronchus, PALS: Pediatric Advanced Life Support, APLS: Advanced Pediatric Life Support  
\* Intubation in right main bronchus not included.

**Table 3.** Comparison of various methods for estimating intubation depth (from incisors to middle third of the trachea).

Methods Age	PALS guideline ID (mm)	PALS guideline depth (cm)	APLS formula (cm)	Formula method (cm)	Broselow tape (cm)	Lau equation (cm)
Premature	2.5-3.0	8	NA	7.5		8-9
Neonate	3.0-3.5	9-10	NA	9-10.5		10
6 months	3.5-4.0	10	NA	10.5-12	10.5-11	12
1 year	4.0-4.5	11	NA	12-13.5	11-13.5	13
2 years	4.5-5.0	12	13	13.5-15	13.5-14	14
3 years		13	13.5			14.5
4 years	5.0-5.5	14	14	15-16.5	14-15	15
5 years		14.5	14.5			15.5
6 years	5.5	15	15	16.5	16	16
7 years		15.5	15.5			16.5
8 years	6.0	16	16	18	16.5	17
9 years		16.5	16.5			17.5
10 years	6.5	17	17	19.5	17	18
11 years		17.5	17.5			18.5
12 years	7.0	18	18	21	18.5	19
13 years	7.0-8.0	20	18.5			19.5

ID: intenal diameter, NA: not available, PALS: Pediatric Advanced Life Support, APLS: Advanced Pediatric Life Support



**Fig. 3.** Corrected length from carina to endotracheal tube tip (○) and mid-thirds of tracheas (|).  
 X axis: each case, Y axis: length from carina to endotracheal tube tip, 0.00 means carina

지 삽관을 포함하여 깊게 삽관되는 비율이 가장 높게 나타났고, 보정 전의 비율과 비슷하게 나타났다(Table 2, 3). 5가지 방법의 삽관 깊이 예측 적절성을 비교하기 위해 매 환자에서 ‘보정 거리’가 기관의 중간 1/3 범위 내 위치하는지를 그래프에서 살펴보았다(Fig. 3). 역시 PALS 방법에서 가장 많은 경우에 ‘보정 거리’가 기관의 중간 범위와 일치하고 있음을 알 수 있었다.

## 고 찰

기관내삽관이 되어있는 환아에서 여러 가지 검사나 조작 시 목과 머리가 움직임으로써 유발되는 튜브의 알려진

이동 거리는 최대 위로 11 mm, 아래로 21 mm(합 32 mm)였다는 보고가 있다<sup>14)</sup>. 본 연구에서 PALS 지침에 의한 보정 시 튜브 위치가 적절한 경우가 69%로 가장 높게 나왔는데, PALS 지침에는 14세 이후 튜브 깊이가 명시되어 있지 않기는 하지만, 14세 이후 기관 길이의 3분의 1은 적어도 3 cm는 넘기 때문에 중간 3분의 1에서 약간 벗어나더라도 우측 기관지 삽관 위험도는 이 연령대에서는 적을 것으로 생각되어 문제될 것 같지 않다. APLS 지침에 의한 공식은 2세 이후 54%의 적절성을 보여 주었는데, 편차가 심하고 거의 반 수에서 적합하지 않을 수 있으며, 더구나 깊게 삽관되어 여러 합병증이 많이 생길 수 있는 2세 이하의 나이에서 사용할 수 없으므로 이 공식을 단독으로 국내의 소아 환자들에게 적용하는 것은 위험하다고 생각

된다. 튜브 크기에 3을 곱하여 깊이를 추정하는 소위 'Formula method'라고 불리는 방법은 본 연구에서는 우측 주기관지 삽관을 포함하여 전반적으로 깊게 삽관될 위험이 높음을 보여주었는데, 이 공식은 서양의 소아들을 대상으로 시행한 연구에서도 적절성이 낮게 보고되어 (42%), 역시 국내의 소아들에게 적용하기에는 무리가 있을 것으로 생각된다<sup>15)</sup>.

2세 이하 연령에서 우측 주기관지 삽관을 포함하여 깊게 삽관되는 경우가 가장 많았는데, 이러한 소견은 어릴수록 기관의 크기가 작아 튜브를 정확하게 위치하기 어렵다고 이제까지 알려진 것에 부합한다<sup>4)</sup>. 또한 전 연령에서 부적절한 깊이로 삽입될 경우 우측 주기관지 삽관을 포함하여 깊게 삽입되는 경우가 가장 많았는데, 기관지 삽관이 깊게 되는 것은 삽관 내 깊이에 대한 시술자의 지식 부족, 또는 심폐소생술 도중 당황하거나 발관을 우려하기 때문에 의도적으로 깊게 고정하는 등의 원인이 있을 수 있을 것으로 생각된다<sup>6)</sup>. 또한 영아의 기관 내 지름은 5 mm 이하이고 길이는 5 cm 정도로 작아서 튜브가 성문을 통과한 후 3 cm 정도만 밀어 넣어야 하므로 매우 세심한 주의를 기울이지 않으면 바로 우측 주기관지로 삽관될 수 있으므로 주의해야 한다. 2010년도 PALS 지침에는 기관내삽관 튜브의 크기 선택 시 Broselow 테이프를 이용할 것을 권장하며 청진과 호기말 이산화탄소 측정 등으로 식도 내 삽관을 배제한 후 방사선 사진을 촬영하여 튜브의 깊이까지 완전히 확인하도록 권고하고 있으나, 곧바로 방사선 사진을 촬영할 수 없는 경우에는 우측 기관지 삽관 등의 가능성이 있는 채로 소생술을 시행하게 될 수 있다. 본 연구에서 역시 제외된 19명의 환자 중 9명은 기관내삽관 후 주로 이동형 방사선 기기가 응급실에 도착하기 전에 사망하거나 다른 이유로 흉부 방사선 검사를 아예 시행하지 못하였으며, 모든 심폐정지 환자 36명 중 9명(25%)은 기관내삽관 후 흉부 방사선 검사를 시행하지 못하였다. 양측 호흡음이 동일하게 잘 청진되는 경우도 우측 기관지 삽관을 배제할 수 없기 때문에, 한국 소아에서 기관 중간 3분의 1지점까지의 거리를 보다 유용하고 쉽게 구할 수 있는 지침이 필요하다<sup>16)</sup>.

Broselow 테이프의 경우에는 Jang 등<sup>17)</sup>이 국내 소아를 대상으로도 26 kg 이하(127.5 cm)의 환자에서 신장을 이용한 추정 체중의 98.8%의 양성 예측도를 가지며, 기관 내 삽관 튜브의 크기는 86.9%에서 잘 맞는다고 하였으나, 기관 내 삽관 깊이에 관한 제안은 없었다. Broselow 테이프에 기재된 삽관 깊이는 1997년 PALS 지침 기관내삽관 튜브의 깊이가 보통 5 mm~1 cm 정도 깊은 경향이 있어, Broselow 테이프의 기관내삽관 튜브의 깊이를 인용할 수

있을지 여부에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각되며, 대한민국 소아를 대상으로 한국형 Broselow 테이프의 개발이 필수적이라고 하겠다.

다른 적절한 깊이를 위한 기관내삽관 방법으로는, 신중하게 삽관 후 기관 용골 2 cm 위에 튜브를 고정시키는 방법(mainstem method)과 가장 흔히 이용되는 방법의 하나인 튜브의 원위부에 성대의 위치가 검은색 선으로 표시되어 있는 튜브를 이용하여 3 cm까지만 삽입하는 방법(marker method), 기관지 내시경을 이용하는 방법 등이 있다<sup>18-20)</sup>.

국내 소아 상절치로부터 기관 용골까지의 깊이를 구하는 공식이 보고되었는데, 모두 수술실 환경에서의 연구로서, 기관 용골까지의 깊이를 아는 상태에서 선택적 수술 마취 등의 비교적 여유 있는 환경에서는 도움이 될 수 있겠으나, 빠른 시간 내에 가능한 정확하게 기관의 중간 3분의 1지점에 기관내삽관을 시행해야 하는 응급실 상황에서는 보다 실용적인 지표가 필요할 수 있다. 즉, 한국 정상 소아들의 상절치로부터 기관 중간 3분의 1까지의 정확한 거리를 쉽게 기억하거나 구할 수 있는 지침이나 공식을 마련하는 방법, 연령별 적절한 깊이가 표시되어 있는 튜브를 개발하는 방법, 성문부터 기관의 중간 3분의 1지점의 위치가 표시되어 있는 튜브를 개발하는 방법 등이 있을 것으로 생각된다. 이를 위해 대규모의 전향적 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구의 제한점은 후향적 연구로서, 소아의 특성상 전체 대상자 숫자가 적고 연령군별 대상자 수에 차이가 나는 것, 그리고 각 추정 방법의 적용 연령의 차이가 존재한다는 점 등이다.

## 결 론

적절한 기관내삽관의 깊이에 대하여 국내 정상 소아의 기관 깊이를 근거로 한 지침이나 공식 또는 연령별 깊이가 표시된 튜브 등은 현재 국내에 존재하지 않으나, 적어도 시술자는 최소한 미국 소아전문소생술(PALS) 지침에 의한 삽관 깊이를 참조하는 것이 좋으나 이 경우에도 상당수에서(약 40%) 깊게 삽입될 가능성이 있음을 알고 있어야 한다. 다른 방법으로 Broselow 테이프를 이용해 볼 수 있으나 튜브의 지름에 3을 곱하여 얻는 공식을 일상적으로 일괄 적용하는 것은 위험할 수 있다.

또한, 응급실에서 기관내삽관을 시행할 경우 특히 2세 미만의 소아에서 깊게 삽관되어 우측 주기관지 삽관이 되지 않도록 주의해야 하며, 삽관 후에는 환자를 이동하거나

여러 가지 조작 시 빠지거나 밀려들어 가는 일이 없도록 각별한 주의를 기울여야 한다.

앞으로 응급 상황에 실제 적용 가능한 국내 정상 소아의

기관 길이를 근거로 한 지침 또는 한국형 Browlow 테이프를 포함한 연령별 깊이가 표시된 삽관 튜브 등의 기구 개발을 위한 대규모의 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

1. Donn SM, Kuhns LR. Mechanism of endotracheal tube movement with change of head position in the neonate. *Pediatr Radiol.* 1980;9:37-40.
2. Leigh MD, Belton MK. *Pediatric Anesthesiology* 2nd ed. Macmillan;1960. p.29-58.
3. Roberts JR, Hedges JR. *Clinical Procedures in Emergency Medicine* 3rd ed. W.B. Saunders ;1998. p.78-84.
4. Orf J, Thomas SH, Ahmed W, Wiebe L, Chamberlin P, Wedel SK, et al. Appropriateness of endotracheal tube size and insertion in children undergoing air medical transport. *Ped Emer Care.* 2000;16:321-7.
5. Choi OK, Lee SH, Chung SP, Jung KY. The proper depth of placement endotracheal intubation in Korean. *J Korean Soc Emerg Med.* 1995;6:220-5.
6. Yoon YS, Kang HG, Lee KR, Park IC, Yoon CJ, Lee HS, et al. Proper depth of tracheal intubation in Korean children. *J Korean Soc Emerg Med.* 2002;13:319-23.
7. Cauldwell CB, Gregory GA. *Pediatric Anesthesia* 4th ed. Churchill Livingstone; 2002. p.235-239.
8. Hatch DJ. Paediatric anaesthetic equipment. *Br J Anaesth.* 1985;57:672-84.
9. Chameides L, Hazinski MF. *Pediatric Advanced Life Support.* American Heart Association; 1997. p.66-102.
10. Advanced Life Support Group. *Advanced Paediatric Life Support: The Practical Approach.* 3rd ed. BMJ Books; 2001. p.203-212.
11. Luten R, Wears R, Broselow J, Croskerry P, Joseph MM, Frush K. Managing the unique size-related issues of pediatric resuscitation: reducing cognitive load with resuscitation aids. *Acad Emerg Med.* 2002;9:840-7.
12. Shah AN, Frush K, Luo X, Wears R. Effect of an intervention standardization system on pediatric dosing and equipment size determination. A crossover trial involving simulated resuscitation events. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003;157:229-36.
13. Lau N, Playfor DS, Rashid A, Dhanarass M. New formulae for predicting tracheal tube length. *Paediatr Anaesth.* 2006;16:1238-43.
14. Weiss M, Knirsch W, Kretschmar O, Dullenkopf A, Tomaske M, Balmer C, et al. Tracheal tube-tip displacement in children during head-neck movement - a radiological assessment. *Br J Anaesth.* 2006;96:486-91.
15. Mariano ER, Ramamoorthy C, Chu LF, Chen M, Hammer G. A comparison of three methods for estimating appropriate tracheal tube depth in children. *Pediatr Anaesth.* 2005;16:1238-43.
16. Verghese ST, Hannallah RS, Slack MC, Cross RR, Patel KM. Auscultation of bilateral breath sounds does not rule out endobronchial intubation in children. *Anesth Analg.* 2004;99:56-8.
17. Jang HY, Shin SD, Kwak YH. Can the Broselow tape be used to estimate weight and endotracheal tube size in Korean children? *Acad Emerg Med.* 2007;14:489-91.
18. Bloch EC, Ossey K, Ginsberg B. Tracheal intubation in children: a new method for assuring correct depth of tube placement. *Anesth Analg.* 1988;67:590-2.
19. Freeman JA, Fredricks BJ, Best CJ. Evaluation of a new method for determining tracheal tube length in children. *Anaesthesia.* 1995;50:1050-2.
20. Lee YS, Soong WJ, Jeng MJ. Endotracheal tube position in pediatrics and neonates: comparison between flexible fiberoptic bronchoscopy and chest radiograph. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)* 2002;65:341-4.