한국 소아에서 튜브 크기를 정할 때 연령에 기초한 공식의 적절성 평가

동국대학교 의과대학 일산병원 마취통증의학교실

김경옥 · 이영민 · 최준권 · 조 현

Appropriateness of Age-based Formula to Determine Endotracheal Tube Size in Korean Children

Kyoung Ok Kim, M.D., Young Min Lee, M.D., Jun Kwon Choi, M.D., and Hun Cho, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Ilsan Hospital, College of Medicine, Dongguk University, Goyang, Korea

Background: Age-based formulae have been widely used to predict appropriate size of the endotracheal tube (ETT) in children. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of formula (internal diameter (ID) (mm) = [age in years + 16]/4) in Korean children.

Methods: Ninety children under 8 years who required intubation with the regular uncuffed ETT were included in the study. Appropriate sizes were to permit a gas leak at 10–25 cmH₂O with positive pressure ventilation. Initial intubation was tried with predetermined size and ETT was adjusted to meet this guideline.

Results: A range of three tubes around the predicted tube size covered 79 cases (88%), whereas one size predicted by the formula applied to only 29 cases (32%). The selection of ETT which is 0.5 mm larger than the predicted size could allow appropriate intubation in 41 (45.6%) patients.

Conclusions: The age-based formula (ID (mm) = [age in years + 16]/4) could predict the appropriate tube size in less than one third our patients. Therefore, we recommend three sizes be available before endotracheal intubation. (*Korean J Anesthesiol* 2007; 52: 275–7)

Key Words: age-based formula, children, endotracheal tube.

서 론

기관내삽관은 마취과 영역에서 가장 흔히 행해지는 술기이며 부적절한 기관내튜브(endotracheal tube, ETT)의 거치는 마취에 관련된 합병증의 많은 부분을 차지한다. 특히 소아는 성인에 비하여 해부학적으로 기도 확보가 어려워 전신마취 시행 시 대부분 기관내삽관을 필요로 하지만 나이에 따라 기도 크기가 다르고 ETT 크기가 내경(internal diameter, ID) 0.5 mm 차이로 변화하는데 이러한 변화는 성인에 비하면 기도 내경에 비해 상대적으로 큰 변화여서 적절한 크기의 튜브를 선택하는 것이 어렵다.

소아의 튜브 크기에 대한 공식은 연령,^{1,3)} 키,^{3,4)} 그리고 체

중³⁾ 등을 이용하여 다양하게 제시되었다. 이 중에서 연령을 이용한 공식 'ID(mm) = (연령[年] + 16)/4'이 가장 널리 사용되고 있지만 이 공식은 서양 어린이를 기준으로 반세기 전에 만들어진 공식이라 현재 우리나라 소아에서 다시 한번 효용성의 검토가 필요하리라 생각되었다. 따라서 이번 연구에서는 튜브의 크기를 정하는 데 임상에서 널리 쓰이는 나이에 따른 공식이 어느 정도 유용한지를 알아보고자 계획되었다.

대상 및 방법

이비인후과 수술을 위하여 기관내삽관이 필요한 미국마취과학회 신체등급분류 I-II에 해당하는 12개월에서 8세까지의 소아 90명을 대상으로 하였다. 연구로 인하여 별도의 추가된 마취방법이 없어서 마취 동의 외에 추가 동의를 받지 않았다. 기낭이 없는 비강화기관내 튜브를 사용하였고 크기는 공식 'ID(mm) = (연령[年] + 16)/4'에 따라 다음과 같이 분류하였다. 4.5군은 ID 4.5 mm 튜브를 사용한 군으로

논문접수일 : 2006년 9월 19일

책임저자 : 김경옥, 경기도 고양시 일산구 식사동 814
동국대학교 의과대학 일산병원 마취통증의학과
우편번호: 411-773
Tel: 031-961-7869, Fax: 031-961-7864
E-mail: pissces@medimail.co.kr

12개월 이상 36개월 미만, 5.0군은 ID 5.0 mm 튜브를 사용한 군으로 36개월 이상 60개월 미만, 5.5군은 60개월 이상 84개월 미만으로 ID 5.5 mm 튜브를 사용하였고, 6.0군은 84개월 이상 108개월 미만으로 ID 6.0 mm 튜브를 사용하였다.

기관내삽관 후 환자의 머리를 중립 상태에 놓은 후 튜브를 천천히 전진시켜서 오른쪽 기관지내삽관을 한 후 튜브를 천천히 후퇴시키면서 왼쪽 폐음이 오른쪽 폐음과 동일하게 청진되는 부위를 기관분기부로 정하고 그 깊이에서 2 cm 후퇴 후 튜브를 위치하였다. 이렇게 튜브 깊이를 정하는 것은 간단하며 일반적으로 널리 쓰이는 방법이다.^{5,6)} 압력 조절환기를 하면서 청진기를 후두 위치의 피부와 입 양쪽에 거치하고 흡기압 10 cmH₂O 이하에서 양쪽 한 곳이라도 새면 내경이 0.5 mm 큰 튜브로 교체하고 25 cmH₂O 이상에서도 새지 않으면 내경이 0.5 mm 작은 것으로 교체하였다. 이렇게 양쪽에서 튜브의 새는 것을 확인한 것은 후두 위치에서 새는 것이 확인되지 않았으나 입을 통해서 새는 경우를 경험하였기에 정확하게 새는 것을 확인하기 위해서였다. 교체 후 다시 새는 것을 확인한 후 위의 절차를 다시 밟았다. 첫 번째 튜브에서 교체하지 않았을 때 성공이라고 규정하였다.

여아와 남아 간의 특성의 비교는 two tailed unpaired t-test를, 연령대별, 성공률의 비교는 Chi-square test를 사용하였다. 처음에 공식보다 0.5 mm 큰 튜브를 선택하였을 때와

기존의 공식에 따랐을 때의 비교는 McNemar test를 시행하였다. 각 측정치의 통계학적 분석을 위하여 SPSS 13.0 (SPSS Inc., USA)을 사용하였고 P 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

총 90명의 소아 중 여아 31명, 남아 59명이 연구에 참여하였으며 집단의 특성은 Table 1과 같다. 연령에 따른 공식 'ID (mm) = (연령[年] + 16)/4'에 따라 튜브를 선택하였을 때 처음 시도에서 성공적으로 적절한 튜브를 거치한 경우는 29명으로 32.2%였다. 여아는 15명(48.4%), 남아는 14명(23.7%)이었으며 여아에서 성공률이 높았다($P < 0.05$). 연령대 별 성공률은 Table 2와 같으며 각 군간에 성공률의 차이는 없었다.

실패한 경우 10명(11.1%)에서 공식보다 내경이 0.5 mm 작은 ETT, 40명(44.4%)에서 공식보다 내경이 0.5 mm 큰 ETT, 10명(11.1%)에서 공식보다 내경이 1 mm 큰 튜브가 최종적으로 사용되었다. 한 명에서 공식보다 내경이 1.5 mm 큰 튜브가 거치되었다.

첫 시도에서 공식보다 내경이 0.5 mm 큰 튜브를 선택하였던 총 40명(44.4%)으로 성공률은 증가하였지만 통계적으로 의미는 없었다. 성별로 구분해 보면 여아에서 9명(29%), 남아에서는 31명(52.5%) 성공할 수 있었고 남아에서 성공률이 유의하게 높았다($P < 0.05$).

수술 후 방문에서 문진 또는 병록지로 확인하였을 때 기관내 튜브 삽관에 따른 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

90명의 한국인 소아를 대상으로 한 이번 전향적인 연구에서 Cole의 변형식인 연령에 따른 공식 'ID (mm) = (연령[年] + 16)/4'을 이용하여 튜브 크기를 선택하였을 때 67.8%에서 재삽관이 필요하였다.

대부분의 전신 마취에 반드시 시행되는 기관내삽관은 가

Table 1. Demographic Characteristics of the 90 Intubated Children

	Male	Female
Number	59	31
Age (yr)	4.2 ± 2.0	4.3 ± 1.8
Body weight (kg)	19.5 ± 6.6*	17.9 ± 4.8
Height (cm)	109.4 ± 11.4	110.2 ± 12.1

Values are expressed as number of patients or mean ± SD. *: $P < 0.05$ compared with female.

Table 2. Distribution of Endotracheal Tube Used in Each Age Group

ID (mm)	4.5	5.0	5.5	6.0
Total (n = 90)	15	40	20	15
Guideline-appropriate	3 (20.0%)	15 (37.5%)	7 (35.0%)	4 (26.7%)
ETT ≥ 0.5 mm larger than guideline	8 (53.3%)	20 (50.0%)	12 (65.5%)	11 (73.3%)
ETT ≥ 0.5 mm smaller than guideline	4 (26.7%)	5 (12.5%)	1 (5.0%)	0 (0%)

Values are expressed as number of patients (percentages in the group). ETT: endotracheal tube, ID: internal diameter. There are no significant differences between groups.

장 많이 시행되는 기본적인 술기이면서 적절하지 못한 튜브의 선택은 여러 합병증을 유발할 수 있다. 기도에 비해 큰 튜브는 윤상연골을 누르거나 수술 후 기도와 관련된 합병증을 유발할 수 있고^{7,8)} 너무 작은 튜브는 기도 저항을 증가시키거나 환기를 불가능하게 한다.

출산율의 감소와 산전 검사의 발달로 인하여 소아 환자의 수는 점점 감소해가는 추세라 수술을 받기 위하여 내원하는 환자수도 감소하여 몇몇 대형 병원을 제외하면 소아 환자만을 전담하는 마취의가 따로 있지 않다. 따라서 소아 환자에 대한 마취 경험이 많지 않으므로 개인적인 경험에 의존하기 보다는 교과서적인 지식에 의존하게 된다. 튜브 크기는 성인에서는 기강이 있는 일정한 직경의 튜브를 사용하여 기강의 공기 주입 정도로 조절을 하고 소아에서는 15–20 cmH₂O의 흡기압에서 새는(leakage) 정도의 튜브를 권장하고 있다.⁹⁾ 따라서 소아에서 처음에 적당한 크기의 튜브의 선택은 재삽관의 확률을 줄여서 그에 따른 합병증을 줄일 수 있고 익숙지 않은 마취의가 여러 번 삽관을 시행하게 되는 위험성도 줄일 수 있으므로 안전한 마취에 큰 기여를 할 수 있다.

저자들이 채택한 Cole의 변형식은 비교적 간단하여 임상에서 많이 쓰이지만 저자들의 연구 결과에서는 세 번 중에 두 번은 더 큰 튜브로 재삽관이 필요하였다. 이러한 결과는 Kim 등이¹⁰⁾ 한국인 소아에서 구한 적절한 ETT 크기에 관한 결과와 유사한데 그들의 공식은 1–8세의 소아에서 'ID (mm)' = 4.15 + 0.28 · 연령(年)'으로 Cole의 변형식보다 크게 나왔다. Shiroyama 등도¹¹⁾ 선천성 심질환을 가진 소아에서 Cole의 공식을 사용하였을 때 29%에서 내경이 0.5 mm 또는 그보다 더 큰 튜브가 필요하다고 보고하였다.

후향적으로 검토하였을 때 Corfield's 공식²⁾ 'ID (mm)' = (연령[年] + 18)/4'를 적용하면 10% 정도 재삽관률이 줄어들었지만 통계학적인 의미는 없었다. 그러나 여아에서는 Cole의 변형식을 사용하였을 때 성공률이 높았고 Corfield's 공식을 사용하면 남아에서 성공률이 높았다. 그러나 환자수가 적어서 임상에서도 의미가 있는지는 의문시된다.

이 연구 결과에서 보이는 것처럼 비록 널리 쓰이는 공식이라도 소아처럼 변화가 다양한 집단을 모두 포함할 수는 없었고 이러한 이유로 튜브 크기 선택에 관한 많은 공식들

이 존재하는 것 같다. 그러나 88% (90명 중 79명)에서 Cole의 변형식에서 의거한 크기의 튜브 또는 내경 0.5 mm 크거나 내경 0.5 mm 작은 튜브가 사용되었으므로 소아에서 기관내 튜브를 준비할 때 Cole의 변형식에서 산출된 크기의 튜브와 내경이 0.5 mm 큰 튜브, 그리고 0.5 mm 작은 튜브 세 개를 준비하는 것이 좋겠다.

참 고 문 헌

1. Cole F: Pediatric formulas for the anesthesiologist. *AMA J Dis Child* 1957; 94: 672-3.
2. Corfield HMC: Orotracheal tubes and the metric system. *Br J Anaesth* 1963; 35: 34.
3. Keep PJ, Manford ML: Endotracheal tube sizes for children. *Anaesthesia* 1974; 29: 181-5.
4. Penlington GN: Endotracheal tube sizes for children. *Anaesthesia* 1974; 29: 494-5.
5. 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.
6. Kim KO, Um WS, Kim CS: Comparative evaluation of methods for ensuring the correct position of the tracheal tube in children undergoing open heart surgery. *Anaesthesia* 2003; 58: 889-93.
7. Contencin P, Narcy P: Size of endotracheal tube and neonatal acquired subglottic stenosis. Study Group for Neonatology and Pediatric Emergencies in the Parisian Area. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 119: 815-9.
8. Stout DM, Bishop MJ, Dwersteg JF, Cullen BF: Correlation of endotracheal tube size with sore throat and hoarseness following general anesthesia. *Anesthesiology* 1987; 67: 419-21.
9. Gal TJ: Airway management. In: Miller's anesthesia. 6th ed. Edited by Miller RD, Fleisher LA, Johns RA, Savarese JJ, Wiener-Kronish JP, Young WL: Philadelphia, Elsevier. 2005, p1630.
10. Kim YJ, Ahn WS, Rho YJ, Bae JH, Kim CS, Kim SD: Appropriate sizes of uncuffed endotracheal tubes and distance from upper incisor to carina in Korean children under eight years old. *Korean J Anesthesiol* 1997; 33: 844-8.
11. Shiroyama K, Izumi H, Kubo T: Estimation of size of the uncuffed endotracheal tube for pediatric cardiac anesthesia-Cole's formula cannot estimate the appropriate tube size. *Masui* 2001; 50: 284-6.