

한국인의 연령별 기관 내경 및 단면적 분포에 대한 분석

-흉부전산화단층촬영을 이용한 측정-

이 건* · 김 대 식* · 문 승 철* · 구 원 모* · 양 진 영*
이 현 재* · 임 창 영* · 한 현** · 김 광 호*** · 선 경****

=Abstract=

Analysis of Age-related Distribution of the Tracheal Diameter and Cross-sectional Area Among Koreans -Computerized Tomographic Measurement-

Gun Lee, M.D.*, Dae Sik Kim, M.D.*, Seung Chul Moon, .M.D*, Won Mo Koo, M.D.*,
Jin Young Yang, M.D.*, Hyeon Jae Lee, M.D.*, Chang Young Lim, M.D.*, Hyeon Han, M.D.**,
Kwang Ho Kim, M.D.***, Kyung Sun, M.D.****.

Introduction: Understanding the normal distribution of the tracheal diameter and cross-sectional area is one of the key elements in the management of various tracheal pathologies or tracheal reconstruction for the patients in growing age. However, data for Korean standard has been lacking. This study was designed to analyze retrospectively the distribution of tracheal diameter and cross-sectional area in young Koreans, which can afford fundamental data for the management of tracheal diseases. **Material and Method:** Of the patients who underwent computerized tomogram of the chest between May 1996 and August 1998, one hundred six young patients(age range: 0-20 years) were included. Patients with any conditions which might affect the tracheal cross-sectional area or diameter, such as tracheal disease, previous operation, mediastinal tumor, or obstructive lung disease were excluded from the study. Gender distribution was 69 males and 37 females. Tracheal diameters, anterior-posterior and transverse, were measured at the level of the thoracic inlet(level I) and the aortic arch(level II). Types of the trachea were divided into round, oval, or horseshoe shaped on cross-sectional view, and the dimension was calculated by using the equation of $A=1/4 \pi ab$ (A; area, π ; 3.14, a; anterior-posterior diameter, b; transverse diameter). We analyzed the distribution of the diameter at each level and compared the cross-sectional area with respect to age and gender. A p-value lower than 0.05 was considered significant. **Result:** The trachea

*포천중문의대 분당차병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Heart Center, Pundang CHA General Hospital, Pochon CHA University

**인하대병원 진단방사선과

Department of Diagnostic Radiology, Inha University Hospital

***인하대병원 흉부외과

Department of Cardio-Thoracic Surgery, Inha University Hospital

**** 고려대학교병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Korea University Medical Center

논문접수일 : 98년 12월 16일 심사통과일 : 99년 3월 10일

책임저자 : 선 경, (136-705) 서울시 성북구 안암동 5가 126-1번지, 고려대학교병원 흉부외과학교실. (Tel) 02-920-5559, (Fax) 02-928-8793

E-mail ksunmd@kumc.or.kr.

본 논문의 저작권 및 전자매체는 대한흉부외과학회에 있다.

of patients less than 5 years old were round in shape at both of level I and II, and no differences in cross-sectional area was observed between the levels(p=NS). As the age increased, the trachea become oval in shape at level I while it remained round in shape at level II(p=0.020). The tracheal diameter and cross-sectional area increased as the age increased with a linear correlation(r>0.9). In patients less than 5 years of age, female patients showed larger cross-sectional area than male patients (p=0.020), and it was reversed in patients older than 15 years of age(p=0.002). **Conclusion:** From the above results, we suggest chest computerized tomogram as a safe and reliable tool in measuring the tracheal diameter and cross-sectional area. We also provide the data as a standard for distribution of the tracheal diameter and cross-sectional area in young Korean population.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:442-7)

- Key word :**
1. Trachea
 2. Diameter
 3. Age factor
 4. Tomogram, X-ray, computed

서 론

성장기 소아의 연령별 기관 내경 및 단면적의 분포양상은 기관성형술 등과 같은 수술치료 뿐 아니라 호흡기 질환이나 타질환의 기도관리에 기본적인 지표이다^{1,2)}. 이에 대해 외국의 경우는 정상표준치가 알려져 있으나, 한국인에 대해서는 연구례가 거의 없는 실정이다. 기관 크기의 측정방법은 우선 생체측정과 부검측정으로 나눌 수 있는데, 부검측정의 경우는 사후 변화 등의 이유로 조직이 변형이 될 수 있어 측정치를 임상에 직접 적용하기에는 어려움이 있다. 생체측정에는 단순흉부촬영^{3,4)}, 내시경¹⁾ 또는 흉부 전산화 단층촬영(CT)을 이용한 측정^{2,5)} 등이 있을 수 있는데, 단순흉부촬영을 이용한 측정방법은 상이 본래보다 약간 확대되고 단면적을 볼 수 없으므로 정확도가 감소되고, 내시경을 이용한 방법은 침습적이므로 편안한 호흡상태가 아니고 부담을 주며 더욱이 소아에서는 실시하기가 어렵다. 흉부 CT의 경우는 편안한 호흡상태에서 일정한 부위에서 정확히 측정할 수 있으므로 실제와 가장 가까운 기관 내경과 단면적을 측정할 수 있다. 따라서 본 연구는 성장기 소아에서 흉부CT를 이용해 연령별 기관 내경과 단면적의 분포를 측정함으로써 한국 정상표준치를 제시하고자 계획되었다.

대상 및 방법

1996년 5월부터 1998년 8월 까지 흉부 CT를 촬영한 106명의 환자를 대상으로 하였다. 연구는 후향적으로 계획되었으며 환자의 의무기록을 검토하여 기관자체의 질환이 있거나,

과거에 개흉술을 받은 경우, 종격종양 및 폐쇄성 폐질환 등과 같이 기관 내경이나 단면적에 영향을 줄 수 있는 질환이 동반된 경우를 제외하였다. 흉부 CT(High Speed Advantage, General Electric, Milwaukee, WI, USA)는 양와위에서 숨을 들이마신 상태에서 멈추고 촬영하였으며, 협조가 잘안되는 영아에서는 수면상태의 조용한 호흡 상태에서 촬영하였다. 촬영된 단층의 간격은 연령에 따라 3-10 mm으로 하였다. 선택된 106명 환자들의 흉부 CT 사진을 저장된 디스켓에서 추출하여 CT 기계에 내장된 컴퓨터로 확대한 다음, 기관의 종단내경(anterior-posterior diameter; a)와 횡단내경(transverse diameter; b)을 측정하였다. 측정부위는 모든 환자에서 흉부 유입부(thoracic inlet level, level I)과 대동맥궁 부위(aortic arch level, level II)로 통일하였다.

기관은 단면의 모양에 따라 원형(round), 타원형(oval) 및 말발굽형(horseshoe shape)으로 구분하였는데 기관의 종단내경과 횡단내경의 차이가 3 mm 미만일 때를 원형으로, 3 mm 이상일 때를 타원형으로, 기관의 후면이 발달하여 직선을 이루고 나머지 부위가 원형 또는 타원형인 경우를 말발굽형이라고 정의하였다. 기관의 단면적(A)은 각각에 대해 아래와 같은 공식을 적용하여 계산하였다.

$$A = 1/4 \pi ab$$

측정된 기관 내경은 부위에 따라 연령별로 분석하였으며, 기관 단면적은 남녀 각각 연령별로 분석하였다. 통계처리는 Statistica 프로그램 release 4.5를 이용하여 paired 및 nonpaired Student's t-test에서 p값이 0.05이하이거나 Pearson product-

Table 1. Age and gender distribution (n=106)

Age (years)	Male	Female	Total
- 5	19	18	37
6-10	8	3	11
11-15	11	8	19
16-20	31	8	39
Total	69	37	106

Table 2. Types of tracheal configuration

	Round	Oval	Horseshoe shape	Total
Level I	29	57	20	106
Level II	55	29	22	106

Level I ; Thoracic inlet level

level II ; Aortic arch level

moment-correlation에서 $r < 0.8$ 이상일 때 통계적의미가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1. 연령 및 성별 분포

대상군의 연령분포는 생후 1개월부터 20세 까지였고, 남자가 69명이고 여자가 37명이었다 (Table 1).

2. 기관 단면의 형태

Level I에서 타원형이 57명(53.8%)으로 가장 많았고 원형 29명(27.4%), 말발굽형 20명(18.9%)의 순이었다. Level II에서는 원형이 55명(51.9%)으로 가장 많았고, 타원형 29명(27.4%), 말발굽형 22명(20.8%)의 순이었다(Table 2).

3. 기관 내경

Level I에서의 기관의 종단내경(AP diameter)과 횡단내경(transverse diameter)은 5세까지는 각각 8.9 ± 2.0 mm와 7.6 ± 1.4 mm로 원형에 가까운 형태를 유지하다가, 16세 이후에는 각각 19.6 ± 3.3 mm와 15.5 ± 2.0 mm로 앞뒤가 긴 모양의 타원형이 되었다. 연령 변화에 따른 종단내경 ($r=0.89$, $p=0.0000$) 및 횡단내경 ($r=0.91$, $p=0.0000$) 사이에는 직선관계의 유의한 연관성을 보였다(Table 3) (Fig. 1-a,b).

Level II에서는 기관의 종단내경과 횡단내경이 5세까지 각각 7.6 ± 2.0 mm와 8.8 ± 1.8 mm로 원형을 보이는데, 16세 이후에도 역시 각각 16.5 ± 2.7 mm와 17.2 ± 1.8 mm로 원형에

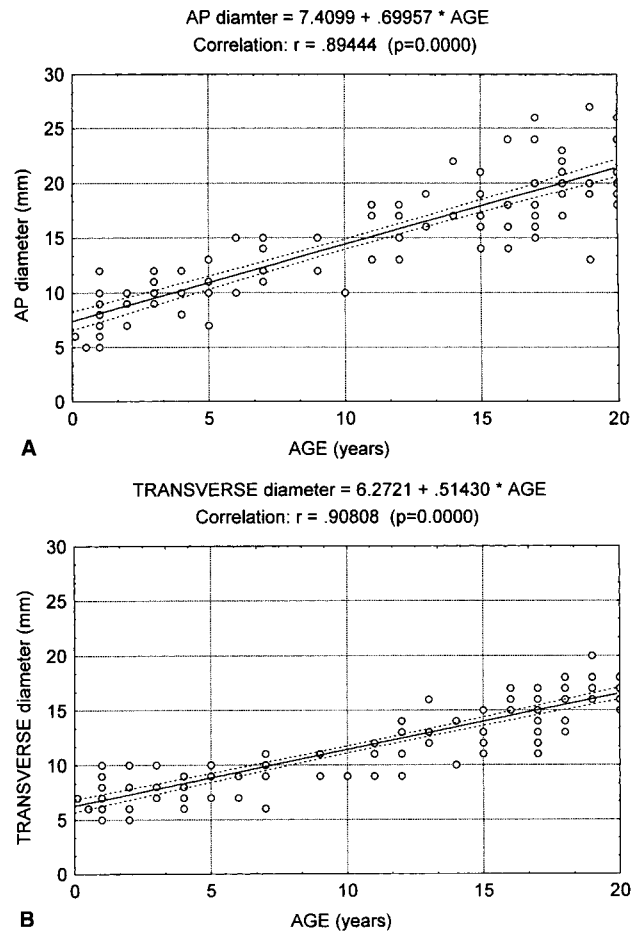


Fig. 1. Correlation between antero-posterior diameter (A) or transverse diameter (B) and age at the level I.

가까운 모양을 유지하였다. 연령 변화에 따른 종단내경 ($r=0.89$, $p=0.0000$) 및 횡단내경($r=0.91$, $p=0.0000$) 사이에도 역시 직선관계의 유의한 연관성을 보였다(Fig. 2-a,b).

4. 기관 단면적

부위별 기관 단면적은 남녀 모두 5세까지는 level I과 level II의 단면적의 차이가 없으나 ($p=NS$), 16세 이후에는 level I의 단면적이 level II 보다 컸다 ($p=0.020$). 성별에 따른 분석에서 5세까지는 level I 및 II 모두에서 여자가 남자보다 기관 단면적이 크고($p=0.045$ 및 0.005), 6-15세에서는 차이가 없다($p=NS$), 16세 이후에는 반대로 남자가 여자보다 단면적이 컸다($p=0.000$ 및 0.006). 연령 변화에 따른 남녀별 level I의 기관 단면적($r=0.92$, $p=0.0000$) 및 level II의 기관 단면적($r=0.92$, $p=0.0000$) 사이에는 남녀모두 직선관계의 유의한 연관성이 있었다 (Fig. 3-a,b) (Fig. 4-a,b).

Table 3. Tracheal diameter and dimension vs. age distribution (mean \pm 2SD)

Age	Level I			Level II			p value*
	a	b	A	a	b	A	
- 5	9 \pm 2.0	8 \pm 1.4	54 \pm 17.0	8 \pm 2.0	9 \pm 1.8	54 \pm 20.3	0.9333 (NS)
6-10	13 \pm 2.0	9 \pm 1.6	93 \pm 26.1	10 \pm 1.6	12 \pm 1.4	94 \pm 18.7	0.8488 (NS)
11-15	17 \pm 2.5	13 \pm 2.0	163 \pm 38.8	14 \pm 2.2	15 \pm 2.4	166 \pm 38.7	0.6539 (NS)
16-20	20 \pm 3.2	16 \pm 1.9	249 \pm 54.7	17 \pm 2.8	18 \pm 1.7	230 \pm 50.5	0.0327

Level I ; Thoracic inlet level Level II ; Aortic arch level
a; anterior-posterior diameter (mm), b; transverse diameter (mm), A; cross-sectional dimension (mm²)
* p value ; difference in diameter between the level I and II

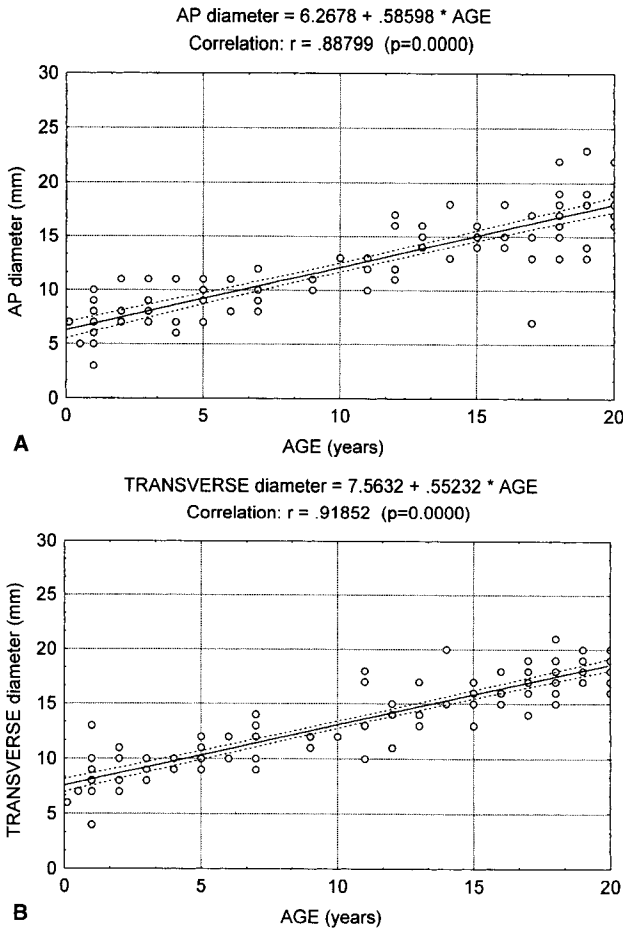


Fig. 2. Correlation between antero-posterior diameter (A) or transverse diameter (B) and age at the level II.

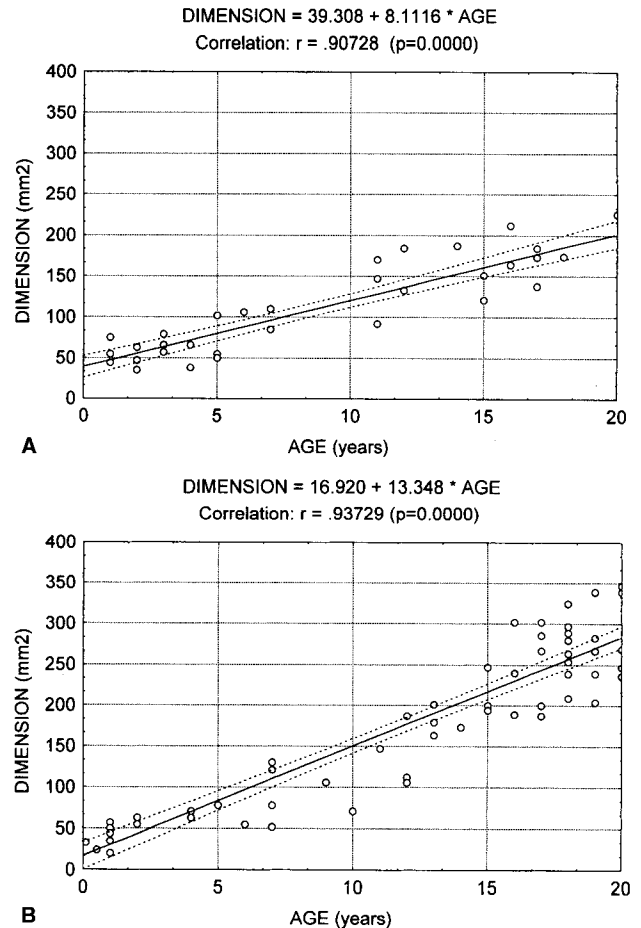


Fig. 3. Correlation between the cross-section dimension of female (A) or of male (B) and age at the level I.

고 찰

성장기에 있는 소아에서 기관의 성장 양상에 관한 이해는 기관지 내시경, 기도삽관이나 기관절개 시 튜브의 선택, 방사선 진단 그리고 선천성 기관협착에서 기관 성형술 등에서 매우 중요한 지표가 된다⁶. 기관 크기의 측정방법은 여러 가

지가 있는데, 그 중 Butz 등⁷과 Hall 등⁸은 소아의 부검례에서 측정을 하였는데 사후변형과 약품처리 등의 여러 요인들로 인해 생체와는 차이가 있다. 그 외에 Menu 등⁹은 소아에서 단순흉부 X-선 필름을 이용하여 기관의 횡단내경을 측정하였는데 이 또한 단순촬영에서 발생하는 영상의 확대현상이 소아에서는 체격에 따라 일정하지 않아 오차가 생기게

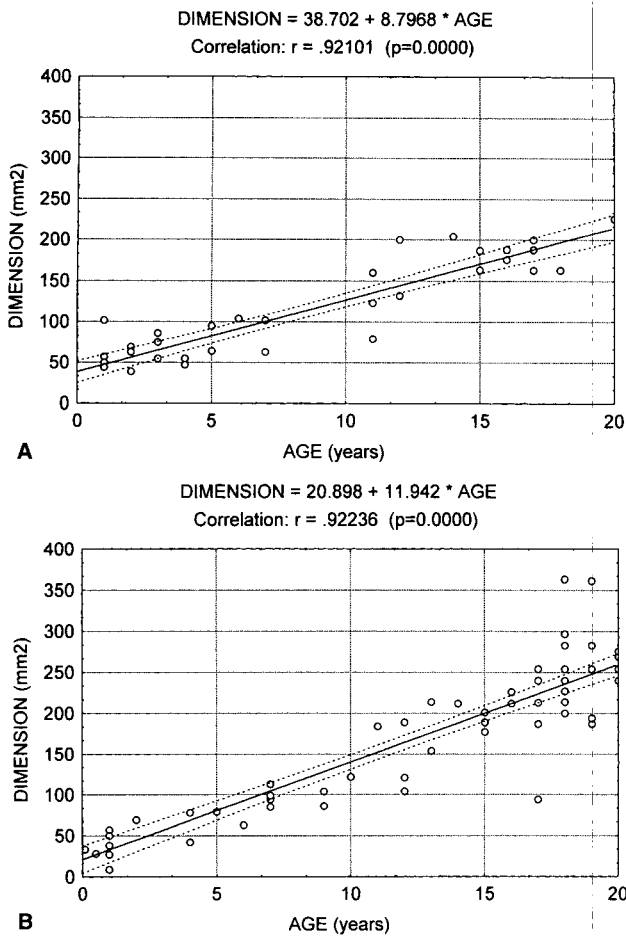


Fig. 4. Correlation between the cross-sectional dimension of female (A) or of male (B) and age at the level II.

된다. 흉부 CT를 이용한 방법은 이러한 단점을 보완할 수 있고, 특히 최근에 개발된 CT는 직접 확대된 화면상에서 컴퓨터를 이용하여 측정이 가능하므로 오차를 최소화할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 흉부 CT를 이용하는 방법을 선택하였다.

기관의 횡단면 형태에 관한 연구는 흔치 않은데, Mackenzi 등¹⁾의 연구에 의하면 111례의 성인기관의 부검례에서 가장 흔한 모양이 C형으로 전체의 48.6%를 차지한다고 하였다. 이는 후방의 막부위를 제외하고는 원형인 형태이며, 다음으로 흔한 형태가 U형으로 후방의 막부위를 제외하고는 타원형인 형태로 전체의 27.0%에 해당한다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 부검례와는 달리 원형 또는 타원형이 많았는데 이는 실제 생체에서는 기관의 막부위가 발달되었음에도 불구하고 기관의 모양이 원형이나 타원형을 유지하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 성장에 따른 모양의

변화를 관찰한 결과, 5세 이하에서는 흉부 유입부와 대동맥궁 부위 모두 원형에 가깝다가 15세 이상에서는 대동맥궁 부위는 그대로의 모양을 유지하지만 흉부 유입부에서는 앞뒤로 긴 모양의 타원형으로 변해간다는 흥미로운 사실을 발견하였다.

흉부 CT를 이용한 기관 단면적에 관한 연구는 외국의 경우 Griscom⁵⁾과 Effmann 등²⁾에 의해 시행된바 있고 국내에서도 이덕희 등¹⁰⁾과 김용휘등¹¹⁾에 의해 각각 CT와 MRI를 이용하여 성인의 기관직경을 측정된 연구례가 있기는 하나 성장기 소아에서는 아직 연구례가 없다. 본 연구에 의하면 5세 이하에서는 기관의 흉부유입부와 대동맥궁 위치의 기관의 모양이 원통형을 이루면서 단면적도 차이가 없다가, 15세 이상이 되면 기관의 모양이 흉부 유입부가 대동맥궁 부위보다는 약간 불룩해 지면서 단면적이 유의하게 커지는 양상을 보였다. 남녀의 차이를 보면 5세 이하에서는 여자가 남자보다 단면적이 약간 크고, 15세 이상이 되면 반대로 남자가 여자에 비해 단면적이 커졌다. 이는 기관 형태의 변화와 연관성이 있을 것으로 사료된다. 기관 내경과 단면적은 개체의 연령이 증가하면서 직선관계의 유의한 연관을 보였는데, 이는 기존의 연구결과와 비교할 만 하였다²⁾.

본 연구에서 흉부 유입부와 대동맥궁 부위를 기준으로 측정하였는데, 이는 상부기관에서 성문하 후두부에 의해 좁아지는 현상과 하부기관에서 기관분지의 영향으로 약간 넓어지는 현상을 배제하기 위해서였다.

본 연구는 환자군을 대상으로 후향적 연구를 시행했다는 제한점이 있다. 그러나 세밀한 의무기록 점검을 통해 기관 내경이나 단면적에 영향을 미칠 수 있는 질병군을 최대한 배제한 점을 감안할 때 그 결과를 정상인의 기관 내경 표준치로 적용하는 데에는 무리가 없을 것으로 생각된다.

결 론

본 연구는 생후 1개월부터 20세까지의 소아 106명을 대상으로 흉부 CT를 이용하여 기관의 내경 및 단면적을 측정하여 소아 연령층의 기관 크기에 대한 한국 표준치로 제시하고자 하는 목적으로 기획하였으며 앞으로 진단 및 치료 그리고 기초연구에 기본자료가 되었으면 한다.

본 연구의 결과들로부터 성장기 소아의 기관의 성장양상이 나이 그리고 성별과 밀접한 관계를 가진다는 것과 기관의 부위별 성장양상이 차이가 난다는 것, 그리고 실제 생체에서의 기관의 모양이 말발굽형 보다는 원형에 가깝다는 사실을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Mackenzie CF, Crawford T, McAslan T, et al. *The shape of the human adult trachea*. Anesthesiology 1978;49:48-50.
2. Effmann EL, Fram EK, Vock P, Kirks DR. *Tracheal cross-sectional area in children: CT determination*. Radiology 1983;149:137-40.
3. Macklin CC. *X-Ray studies on bronchial movements*. Am. J. Anat 1925;35:303-29.
4. Wittenborg MH, Gyepes MT, Crocker D. *Tracheal dynamics in infants with respiratory distress, stidor, and collapsing trachea*. Radiology 1967;88:653-62
5. Griscom NT. *Computed tomographic determination of tracheal dimension in children and adolescents*. Radiology 1982;145:361-4.
6. Brown JW, Bando K, Sun K, Turrenine MW. *Surgical management of congenital tracheal stenosis*. Chest Surg Clin N Am 1996;6:837-52.
7. Butz RO. *Length and cross-section growth pattern in the human trachea*. Pediatrics 1968;42:336-41.
8. Hall JE. *The physiology of respiration in infant and young children*. Proc R Soc Med 1955;48:761-4.
9. Menu Y, Lallemand D. *Determination of the normal transverse diameter of the trachea in childhood*. Ann Radiol (Paris) 1981;24:73-5.
10. 이덕희, 오연희, 김 홍, 우성구, 서수지. 한국성인에서 전산화 단층촬영을 이용한 기관의 측정. 방사선학회지 1988;24:265-71.
11. 김용휘, 김영기, 강순호, 김영대, 문병수. MRI를 이용한 한국성인의 기관측정에 관한 연구. 대한마취과학회지 1994;26:1111-9.

=국문초록=

서론 : 성장기에서 기관의 성장양상에 관한 이해는 수많은 기관질환의 관리나 선천성 기관협착증에서 기관 성형술 등에서 매우 중요한 지표가 된다. 그러나 이에 관한 국내의 연구례가 거의없는 실정이다. 본 연구는 한국인 소아에서 기관의 내경과 단면적을 후향적으로 분석하여 기관질환의 치료에 기초자료를 제공하고자 한다. **대상 및 방법:** 1996년 5월부터 1998년 8월까지 흉부전산화 단층촬영을 시행한 0세부터 20세까지 106명의 환자를 대상으로 하였는데 기관의 내경이나 단면적에 영향을 줄 수 있는 기관질환, 과거에 개흉술을 받은 경우, 종격동 종양, 폐쇄성 폐질환이 있는 경우는 본 연구에서 제외시켰다. 남자가 69명, 여자가 37명이었으며 기관의 종단내경과 횡단내경은 흉부유입부와 대동맥궁 부위에서 각각 측정하였다. 기관의 형태는 각 부위의 단면에서 원형, 타원형, 말발굽형으로 구분하였으며 단면적은 $A = 1/4 \pi ab$ (A: 단면적, π : 3.14, a: 종단내경, b: 횡단내경)의 공식으로 계산하여 각 부위의 내경과 연령 및 성별에 따른 단면적을 비교 분석하였다. 통계처리에서 p값이 0.05이하일 때 통계적 의미가 있는 것으로 간주하였다. **결과:** 5세이하에서는 level I 과 II 모두에서 기관의 형태가 원형을 이루고 있었으며 두 부위간의 단면적의 차이는 없었다. 성장함에 따라 level I의 형태는 타원형으로 변해가는 반면 level II에서는 그대로 원형을 유지하고 있었으며 level I의 단면적이 level II 보다 크다($p=0.020$). 기관의 내경과 단면적은 성장함에 따라 직선관계로 증가한다는 것이 확인되었고($r>0.9$), 5세이하의 소아에서는 여자가 남자보다 기관의 단면적이 크고 ($p=0.020$) 15세가 넘으면 반대로 남자가 더 크다 ($p=0.002$). **결론:** 이상의 결과에서 흉부전산화 단층촬영은 기관의 내경과 단면적을 측정하는데 있어 안전하고 확실한 방법이며 성장기의 한국인에서 기관의 내경과 단면적에 대한 지표가 되고자 한다.