

흉부 전산화단층촬영을 이용한 한국성인의 기관내경과 단면적의 측정

한 재 열* · 김 광 호** · 이 건*** · 김 형 진**** · 조 순 구**** · 선 경*****

= Abstract =

CT Measurement of Diameter and Dimension of the Trachea in Normal Korean Adults

Jae Youl Han, M.D.*, Kwang Ho Kim, M.D.**, Gun Lee, M.D.***, Hyung Jin Kim, M.D.****, Soon Koo Cho, M.D.****, Kyung Sun, M.D.*****

Background: Knowledge of size and morphology of the normal trachea is important for airway management and tracheal reconstruction. Conventional radiography is a simple method used to measure the tracheal diameter, but it is not accurate because of the artifacts related to image magnification and overlapping by the shoulder. The purpose of this study was to provide the normal values of the tracheal size and anatomy in Korean adults using Computerized Tomography. **Material and Method:** There were 43 men and 34 women included in this study. They were divided into three age groups(group 1, 20-39 years ; group 2, 40-59 yeas ; groups 3, ≥ 60 years). The anteroposterior and transverse diameters and cross - sectional areas of the trachea were measured at the level of the thoracic inlet(Level 1) and the aortic arch(Level 2). These values obtained at each level were compared between age groups and sexes. **Result:** In 43 men, the anteroposterior / transverse diameters(mean SD in millimeters) of the trachea at levels 1 and 2 were $19.95 \pm 2.99 / 17.72 \pm 2.13$ and $19.77 \pm 2.57 / 18.02 \pm 2.19$, respectively. In 34 women, those values at levels 1 and 2 were $15.56 \pm 2.12 / 14.18 \pm 2.07$ and $15.35 \pm 1.82 / 15.00 \pm 1.60$, respectively. At both levels, the anteroposterior and transverse diameters were significantly greater in men than in women ($p < 0.05$). The cross-sectional area of the trachea at levels 1 and 2 were $279.14 \pm 61.37 / 281.93 \pm 63.97 \text{ mm}^2$ in men and $173.29 \pm 35.81 / 181.88 \pm 34.74$ in women, respectively. They also showed significantly greater values in men than in women($P < 0.05$). There was no significant difference in diameters and cross-sectional areas of the trachea

*성남인하병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Inha Hospital, Sung Nam

**인하대병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Inha University Hospital

***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

*****고려대학교병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Korea University Medical Center

논문접수일 : 2001년 4월 7일 심사통과일 : 2001년 8월 2일

책임저자 : 한재열(461-192) 경기도 성남시 수정구 태평동 3309-327, 성남 인하병원 흉부외과. (Tel) 031-720-5346, (Fax) 031-720-5265

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

between age groups. **Conclusion:** There are significant differences in the internal diameter and cross-sectional area of the trachea between men and women in normal Korean adults, while the age difference was insignificant. We believed CT is a relatively accurate and safe way to measure the internal diameter and cross-sectional areas of the trachea.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2001;34:534-8)

Key word: 1. Trachea
2. Tomography, X-ray computed
3. Thoracic radiography

서 론

의학의 발달과 함께 각종 사고와 질환에 연관된 기관내삽관이나 기관 재건술 등의 시술이 늘어나는 추세로 이러한 치료의 근간이 되는 기관내경과 기관 단면적의 정상치에 대한 연구는 매우 중요하다고 할 수 있다. 이러한 기관내경 및 기관단면적의 정상치는 외국에서 몇 연구보고가 있으나^{1,2)}, 한국성인에 대한 자료는 드문 실정이다^{3,4)}. 이진등이 한국인의 연령별 기관내경과 단면적분포에 대한 분석을 보고 하였는데⁵⁾, 이는 20세 미만의 연령층만을 대상으로 하였으며 본 연구에서는 이 연구보고의 연장선상에서 같은 방법을 이용하여 한국의 20세 이상의 성인을 대상으로 기관내경과 단면적을 측정하여 한국성인의 기관내경과 기관단면적의 정상치를 알아보고자 하였다. 기관의 내경을 측정하기 위하여 사용하는 단순 흉부촬영의⁶⁾ 경우는 그 상이 확대되고 또한 그 확대되는 정도가 환자의 체격에 따라 영향을 받기가 쉽다. 또한 측면 촬영에서도 기관이 상완골과 중복되어 나타나기 때문에 기관내경의 정확한 값을 알기가 쉽지 않다. 임상에서 많이 쓰이는 흉부전산화단층촬영의 경우는 일반 단순 촬영보다 기관과 기관주위 구조물들의 영상이 뚜렷하고 호흡에 의한 영향이 적으며 일정한 부위에서 기계에 내장된 cursor를 이용하여 정확한 내경의 측정이 가능하므로 실제와 가장 가까운 기관의 내경과 단면적을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 한국인의 연령별 기관내경 및 단면적에 대한 연구⁵⁾의 연장선에서 흉부 전산화단층촬영을 이용하여 20세 이상의 한국 정상성인에 있어서의 기관 내경과 단면적의 정상치를 측정하여 임상에서 성인의 기도관리, 기관과 기관주위질환의 진단과 치료, 기관재건술의 기준치를 제시하고자 하였다.

대상 및 방법

1998년 3월부터 1999년 2월까지 인하대 병원 방사선과에서 흉부 전산화단층촬영을 시행했던 20세 이상환자 중 기관, 종격동, 및 경부에 이상이 없고 호흡기 증상이 없으며 개흉

술을 시행한 과거력이 없는 환자 중 흉부 전산화단층촬영의 판독 소견이 정상이면서 기관내경에 영향을 줄 만한 경우를 제외한 77명을 대상으로 하였다. 남자가 43명 여자가 34명이었다. 흉부 전산화단층촬영(Hi Speed Advantage, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)은 환자의 자세를 양와위로 한 후 숨을 들이쉬 상태에서 촬영부위 결정을 위한 topogram 을 얻고 이 topogram 에서 측정할 기관부위를 결정하였다. 선택된 환자의 사진을 저장된 디스켓에서 추출한 후 오차를 줄이기 위해 기계에 내장된 컴퓨터로 4배 확대 후에 cursor를 이동시켜 가면서 전후경과 횡경을 측정하였다. 측정부위는 모든 환자에서 흉부의 기관인 흉부유입부(Thoracic inlet, Level 1)와 흉부내 기관인 대동맥궁 부위(Aortic arch, Level 2)로 통일하였다⁵⁾. 기관의 단면적은 타원형의 면적을 구하는 수식을 이용하여 계산하였다⁷⁾.

$$\text{기관의 단면적} = 1/4(\text{전후경}) \times (\text{횡경})$$

조사 대상자를 나이에 따라 20-39세는 1군, 40~59세는 2군, 60세 이상은 3군으로 분류 하였다. 1군은 남자 15명 여자 8명, 2군은 남자 21명 여자 17명, 3군은 남자 7명 여자 9명이었다(Table 1). 측정된 기관내경과 기관단면적은 각각의 부위에 따라 연령별과 성별로 분석하였다. 결과의 분석은 SPSS for windows(Release 8.0.0 Standard version)을 이용하여 두 군간에는 t-test, 세 군 이상에서는 분산분석(analysis of variance) 방법으로 각 군간의 측정치를 비교하였고 p < 0.05일때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 간주하였다.

결 과

1. 남녀간의 기관내경 비교

Level 1에서 전후경은 남자가 19.95 ± 2.99 mm(mean ± SD), 여자가 15.56 ± 2.12 mm(p<0.05)이었고, 횡경은 남자가 17.72 ± 2.13 mm, 여자가 14.18 ± 2.07 mm(p<0.05)로 Level 1에서 전후경과 횡경은 성별에 따른 유의한 차이가 있었다. Level 2에서 전후경은 남자가 19.77 ± 2.57 mm, 여자가 15.35 ± 1.82

Table 1. Distribution of Sex and Included in this Study

	Male	Female	Total
Group 1(20~39yr)	15	8	23
Group 2(40~59yr)	21	17	38
Group 3(above 60yr)	7	9	16
Total	43	34	77

Table 2. Measurement of the Anteroposterior and Transverse Diameter of the Trachea

Dimension		Level 1	Level 2
		(Mean ± SD,mm)	(Mean ± SD,mm)
anteroposterior	Men	19.95 ± 2.99	19.77 ± 2.57
	Women	15.56 ± 2.12	15.35 ± 1.82*
transverse	Male	17.72 ± 2.13	18.02 ± 2.19
	Women	14.18 ± 2.07	15.00 ± 1.60*

SD, Standard deviation; *, P<0.005

mm(p<0.05) 였고, 횡경은 남자가 18.02 ± 2.19 mm 이고 여자가 15.00 ± 1.60 mm로(p<0.05), Level 2에서도 전후경과 횡경은 성별에 따라 유의한 차이가 있었다(Table 2).

2. 두 Level에서 전후경과 횡경의 차이

남자의 경우 각 Level에서 전후경이 횡경보다 유의하게 컸으며(p<0.05), 여자의 경우는 Level 1에서는 전후경이 횡경보다 유의하게 컸으나(p<0.05), Level 2에서는 통계적인 유의성은 없었다(p=0.284).

3. 두Level에서 전후경의 차이

남녀 모두 두 Level에서 전후경의 유의한 차이가 없었다.

4. 두 Level에서 횡경의 차이

남자는 두 Level에서 횡경의 유의한 차이가 없었으나 여자의 경우는 유의하게 Level 2에서 더 컸다(p=0.016).

5. 남녀간 기관 단면적의 비교

Level 1에서 남자가 279.14 ± 61.37 mm², 여자가 173.29 ± 35.81 mm²(p<0.05)로 성별에 따라 유의한 차이를 보였다. Level 2에서 단면적은 남자가 281.93 ± 63.97 mm² 였고 여자가 181.88 ± 34.74 mm²로(p<0.05), Level 2에서도 성별에 따라 유의한 차이가 있었다(Table 3).

6. 두 Level에서 단면적의 차이

Table 3. Measurement of the Cross Sectional Area of the Trachea

	Level 1	Level 2
Men	279.14 ± 61.37	281.93 ± 63.97
Women	173.29 ± 35.81	188.88 ± 34.74*

SD, Standard deviation; *, P<0.05 between sexes

Table 4. Cross Sectional Area for Age Group in Male

	Mean ± SD(mm ²)		
	Group 1	Group 2	Group 3
Level 1	281.47 ± 70.91	265.43 ± 52.66	315.29 ± 56.50
Level 2	276.80 ± 54.95	267.95 ± 62.63	334.85 ± 67.12

SD, Standard deviation

Table 5. Cross Sectional Area for Age Group in Female

	Mean ± SD(mm ²)		
	Group 1	Group 2	Group 3
Level 1	171.62 ± 35.80	171.88 ± 42.81	177.44 ± 21.81
Level 2	182.75 ± 38.32	180.00 ± 28.34	184.67 ± 45.49

SD, Standard deviation

남녀 공히 Level 2에서 단면적이 더 커지는 경향을 보였으나 남자의 두 Level 을 비교하면 각 Level에 따른 단면적의 유의한 차이는 없었다(p=0.743). 여자도 각 Level에 따른 단면적의 유의한 차이는 없었다(p=0.166).

7. 각 연령군에 따른 단면적의 차이

남자는 Level 1에서 1군이 281.47 ± 70.91 mm², 2군이 254.43 ± 52.66 mm², 3군이 315.29 ± 56.50 mm² 이고 Level 2에서 1군이 276.80 ± 54.95 mm², 2군이 267.95 ± 62.63 mm², 3군이 334.85 ± 67.12 mm²였다. 여자는 Level 1에서 1군이 171.62 ± 35.80 mm², 2군이 171.88 ± 42.81 mm², 3군이 177.44 ± 21.81 mm²이고 Level 2에서 1군이 182.75 ± 38.32 mm², 2군이 180.00 ± 28.34 mm², 제 3군이 184.67 ± 45.49 mm²였다. 여자의 경우 연령이 증가하면서 각각의 Level에서 단면적도 증가하는 추세이나 유의성은 없었고 남자의 경우 2군에서 1군보다 감소하였으나 3군의 경우는 다시 증가하였고 이 경우에도 연령군에 따른 유의성은 없었다(Table 4, 5).

고 찰

기관은 운상연골 아래에서 시작하여 흉골각(sternal notch) 부위에서 좌우 기관지로 갈라지게 되고 주로 C자 모양의 초자연골로 되어있다. 성인의 기관은 길이가 평균 11 cm으로 환자의 키에 대략 비례하고 직경은 남자에서 16~20 mm, 여자에서 13~16 mm로 약 18~22개의 기관 고리로 구성되어 있다. 운상연골 하방에서는 주위 연부조직의 밀도보다 높은 갑상선이 기관의 전방과 측방을 감싸고 있다. 그리고 총경동맥과 내경 동맥이 기관의 측방에 걸쳐 위치하고 있고 식도는 기관의 직후방이나 좌측으로 치우쳐있다^{8,9)}. 이러한 기관 내경이나 단면적을 측정할 시 문제점으로는²⁾ 환자들이 일정 정도의 폐질환을 가지고 있는 상태라서 이에 영향을 받는다는 점인데 본 연구에서는 기관내경에 영향을 미칠 수 있는 질환을 가진 경우는 가능한 배제하였다. 외국연구 예에서 살펴보면²⁾ 성대 하방의 2~2.5 cm 지점에서 측정된 기관내경에서 평균 전후경이 20.1±3.0 mm, 횡경이 18.4±2.3 mm 이 된다고 하였고 이들은 전후경이 15 mm, 횡경이 14 mm 이하면 비정상적이라 하였으나 임상적인 증상은 기관단면적이 50~70%까지 감소해야만 나타난다고 하였다. 기관내 압력의 차이 때문에도 기관의 모양, 기관 단면적, 기관내 공기량 등에 변화가 올 수 있으며 기관내 압력이 -20 cm H₂O가 되면 기관의 길이가 6~12%가량 감소하고 기관내 공기량은 17~28% 감소한다고 하였다¹⁰⁾. 본 연구에서는 최대흡입 후 호흡 정지상태로 흉부 전산화단층촬영을 시행하였기 때문에 기관 내경과 기관단면적의 최대치가 얻어졌을 것으로 생각된다. 소아에서는 기관의 내경과 기관 단면적의 크기가 연령, 신장, 체중, 체표면적등의 변수에 의해 변한다고 하였으나^{5,11)}, 성인에서는 성별이외에 다른 변수는 없다고 하였고^{2,12)}, 다른 연구에서는 신장과 연령에 상관관계가 있는 것으로 보고하였다^{13,14)}. 본 연구에서는 남녀 공히 같은 위치에서 기관 전후경이 기관의 횡경보다 더 길었으며 이는 다른 연구에서와 마찬가지로 전후경이 횡경보다 길다는 결과와 같았으나^{13,15,16)}, 단순 촬영을 이용한 연구에서 횡경이 전후경보다 길다는 결과와는 달랐다¹⁷⁾. 또한 남녀 모두 Level 2가 Level 1보다 단면적이 넓은 것으로 나타났는데 다른 연구에서도 남녀 모두 기관의 단면적이 아래로 내려가면서 증가하는 소견을 보인다^{3,4)}. 이는 횡경이 Level 2에서 Level 1보다 증가하는 경향때문에 나타난 것으로 특히 여자는 통계적으로 유의하게 횡경이 Level 2에서 더 컸는데 이는 아마도 Level 2에서 흉강내 기관이 좌측전면에 접하고 있는 대동맥궁과 흉강내의 대혈관에 의해 밀려나거나 주위 폐실질에 의한 변성으로 인해 위치가 바뀔으로서 흉부 전산화단층촬영상에서 기관의 수직면이 얻어지지 않을 수 있으며 이런 경우에 Level 2의

전후경 또는 횡경중 하나가 실제 값보다 더 크게 측정될 수 있겠고 혹은 연령이 증가하면서 기관벽의 탄력성의 변성을 초래하면서 transluminal pressure에 의한 확장이 흉강내 기관에서 더 크게 나타난 것이라고 생각할 수 있다. 본 연구에서 기관내경과 단면적은 성별과 유의한 상관관계를 가지고 있고 연령에 대해서는 유의한 상관관계가 없었음을 보여주나 다만 고연령층에서 기관단면적이 증가하는 경향은 있었고 이는 남자에게서 더 크게 나타나는데 아마도 남자에게서 더 많은 흡연력과 연관되어 기관의 변성이 더 크게 나타나 기관의 직경이 더 커질 수 있으리라 추측된다.

결 론

기관의 내경과 단면적은 성별에 따라 남자가 크고 각각의 Level 에서 전후경은 횡경보다 유의하게 컸으나 여자의 경우 대동맥궁 수준에서 전후경과 횡경의 유의한 차이는 없었다. 또한 횡경은 여성의 경우는 대동맥궁 수준에서 기관의 흉부 유입구보다 통계적으로 유의하게 컸다. 하부로 내려갈수록 단면적이 커지는 경향이 있으나 남녀모두 유의성은 없었다. 남녀 모두 연령군에 따른 내경과 단면적의 유의한 차이는 없었다.

참 고 문 헌

1. Vock P, Spiegel T, Fram EK, et al. CT assessment of the adult intrathoracic cross section of the trachea. J Comput Assist Tomogr 1984;8:1076-82.
2. Brown BM, Oshita AK, Castellino RA. CT assessment of the adult extrathoracic trachea. J Comput Assist Tomogr 1983;7:415-8.
3. 김용휘, 김영기, 강순호, 김영대, 문병수, 김필근. MRI를 이용한 정상한국성인의 기관지 측정에 관한 연구. 대한마취과학회지 1993;267(6):1111-9.
4. 이덕희, 오연희, 김홍, 우성구, 서수지. 한국성인에서 전산화 단층촬영을 이용한 기관의 측정. 대한방사선의학회지 1988;24(2):265-71.
5. 이건, 김대식, 문승철 등. 한국인의 연령별 기관내경 및 단면적분포에 대한 분석; 흉부 전산화 단층촬영을 이용한 측정. 대흉외지 1999;32:442-7.
6. Wittenborg MH, Gyepes MT, Crocke D. Tracheal dynamics in infant with respiratory distress, stridor, and collapsing trachea. Radiology 1967;88:653-62.
7. Ralph OB. Length and cross-section growth patterns in the human trachea. Pediatrics 1968;42:336-41.
8. Gamsu G, Webb WR. Computed tomography of the trachea: Normal and abnormal. J Roentgenol 1982;139:321-6.
9. Gamsu G, Webb WR. Computed tomography of the trachea and mainstem bronchi. Semin Roentgenol 1983;18:

- 51-60.
10. Griscom NT, Wohl MEB. *Tracheal size and shape; Effect of change in intraluminal pressure.* Radiology 1983;149: 27-30.
 11. Effmann EL, Fram EK, Vock P, et al. *Tracheal cross-sectional area in children; CT determination.* Radiology 1983;149:137-40.
 12. Breatnach E, Abbott GC, Fraser RG. *Dimension of the normal human trachea.* Am J Roentgenol 1984;141:903-6.
 13. 배인영, 정원모, 이경희, 등. 단순흉부 촬영상의 기관내경: 690명의 정상인에서의 인구 통계학적 측정. 대한 방사선 학회지 1996;35(4):481-5.
 14. Kemp, AL, Kingsley CP, Hopper KD, Schuler HG. *Tracheal Dimension and Endotracheal tube selection.* Anesthesiology 1997;87(Supplement): 479A.
 15. Collins DV, Cutillo AG, Armstrong JD, et al. *Large airway size, and maximal expiratory flow in healthy nonsmoker.* Am Rev Resp Dis 1986;134:951-5.
 16. Gibellino E, Osmanliev DP, Watson A. et al. *Increase in tracheal size with age.* Am Rev Resp Dis 1985;132:764-87.
 17. 황세영, 최병권. 한국 정상성인에서의 기관횡경 및 전후 경에 관한 연구. 중양의대지 1989;14:221-5.

=국문초록=

배경: 기관의 크기와 기관주위의 정상형태에 대한 지식은 임상에서 기도나 호흡관리, 그리고 기관재건술을 시행하는데 중요한 정보가 된다. 흉부 단순촬영은 기관의 직경을 재는 간단한 방법이지만 그 상이 확대되는 경향과 측면촬영에서 어깨와 상이 겹쳐서 나타나는 단점이 있다. 이에 저자들은 한국인 정상 성인의 기관의 정상치를 알기 위해 흉부 전산화 단층촬영을 이용하여 기관의 내경과 단면적을 측정하였다. **대상 및 방법:** 남자 43명과 여자34명을 대상으로 하여 각각 나이에 따라 20~39세는 제 1군, 40~59세는 제2군, 60세 이상은 제 3군으로 구분하였다. 흉부 유입구와(Level 1) 대동맥궁에서(Level 2) 흉부 전산화 단층촬영을 이용하여 각각 전후경과 횡경을 재고 그 단면적을 구하였다. **결과:** Level 1에서 한국인 성인 남자의 기관의 전후경은 19.95 ± 2.99 mm, 횡경은 17.72 ± 2.13 mm이었고, 여자의 경우 전후경은 15.56 ± 2.12 mm, 횡경은 14.18 ± 2.07 mm로 남녀간에 유의한 차이가 있었다(p 0.05). Level 2에서 남자의 전후경은 19.77 ± 2.57 mm, 횡경은 18.02 ± 2.19 mm이었고 여자의 전후경은 15.35 ± 1.82 mm, 횡경은 15.00 ± 1.60 mm로 남녀간에 유의한 차이가 있었다(p 0.05). 기관단면적은 남자가 각 Level에서 279.14 ± 61.37 mm²(Level 1), 281.93 ± 63.97 mm²(Level 2)였고, 여자가 173.29 ± 35.81 mm²(Level 1), 181.88 ± 34.74 mm²(Level 2)로 두 위치에서 단면적은 남녀간에 유의한 차이가 있었다(p 0.05). 기관의 각각의 위치에서 내경과 단면적은 연령군에 따라 고연령층에서 증가하는 추세를 나타내었으나 통계적인 의미는 없었다. 결론: 한국 정상 성인의 기관내경과 단면적의 크기는 성별에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었으나 연령에 따른 차이는 없었고, 전산화 단층촬영은 기관의 내경과 단면적의 크기를 얻는데 비교적 정확하고 안전한 방법이라 생각된다.

중심 단어: 1. 기관
2. 흉부 전산화단층촬영