

## 한국인 기관의 형태계측 연구

김익성, 임정민<sup>1</sup>, 채옥희, 한의혁, 김형태, 송창호

전북대학교 의학전문대학원 해부학교실, <sup>1</sup>국방부 유해발굴감식단

(2015년 11월 11일 접수, 2015년 12월 1일 수정접수, 2015년 12월 4일 게재승인, Published online 30 December 2015)

**간추림** : 이 연구는 한국인에서 기관의 형태를 계측하여 기관내삽관, 기관절개술, 반지방폐막 절개술 등에 필요한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다. 연구에 사용한 시신은 한국인 남자 33구, 여자 15구로 총 48구를 대상으로 실시하였다. 시신의 평균 연령은 남자 70세 (50~91세), 여자 74세 (47~92세)였다.

기관 연골의 수는 남자가 16.8개, 여자가 18.1개로 남자가 여자보다 적었다. 기관의 길이는 남자가  $104.0 \pm 1.4$ , 여자가  $102.3 \pm 1.9$  mm로 남자와 여자 사이에 유의성을 나타내지 않았다. 첫째, 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 앞뒤지름과 가로지름, 기관연골의 높이는 모두 남자가 여자에 비하여 길었다. 앞뒤지름은 첫째와 다섯째, 가로지름은 첫째와 열다섯째, 연골의 높이는 첫째에서 남자와 여자 사이에서 유의한 차이를 보였다. 기관연골의 뒷막넓이는 첫째와 열째, 열다섯째에서 남자가 여자에 비하여 넓었다. 기관연골 사이 넓이도 남자가 여자보다 모두 넓었으나 유의한 차이는 1~2째와 10~11째 사이에서 나타났다. 이상의 결과는 응급의사, 마취의사, 응급 구조사들의 시술에 유용한 임상적 기초자료로 활용될 것으로 생각한다.

**찾아보기 낱말** : 시신, 기관, 기관연골, 형태계측

### 서 론

사람의 각 장기들에서 해부학적 구조와 계측학적 길이와 크기 등은 각 인종이나 민족에 따라 차이가 있다. 특히 한국인에 관한 각 장기들의 형태계측 자료는 매우 드물고, 대부분 서양인의 자료를 활용하고 있는 실정이다[1]. 특히 호흡계통에서 기관과 기관지, 반지연골은 공기의 주된 통로이며, 호흡기 질환 환자에는 호흡을 유지하기 위한 기관절개술과 이중기관지 삽관, 반지방폐막 절개술 등을 시행하는 장소로 임상적으로 매우 중요한 부위들이다. 한국인에서 이러한 호흡계통의 형태계측 연구는 많지 않고, 대부분의 연구도 방사선촬영이나 영상촬영 기법을 이용한 형태계측 결

과들이다. 한국인의 후두연골의 형태에 관한 연구들은 대부분 엑스선 촬영법[2]과 기관지경 관찰법[3], 컴퓨터 단층 촬영법[4]을 사용한 형태계측이며, 드물게 시신[5]을 이용하여 기관연골과 기관지연골, 반지연골 등의 형태와 길이 등을 측정하는 것이었다.

기관절개술과 기관내삽관, 반지방폐막 절개술 등은 해부학적 다양성과 응급상황에서 시행되기 때문에 합병증 발생의 빈도가 높은 것으로 알려져 있다[6]. 기관내삽관에 의한 합병증은 대상자의 12.1%에서 발생하였으며, 식도삽관이나 치아손상, 구토, 인두손상, 후두경련, 비출혈, 저혈압, 부정맥, 기관지삽관, 악성 고체온증, 기흉, 심정지, 흡인 등이었다[7]. 또한 잘못된 기관내삽관으로 후두와 반지연골의 손상을 유발시키는 원인들은 삽관의 기간과 삽관의 횟수[8], 삽관의 크기와 모양[9], 커프의 압력[10]과 위치[11], 조직손상의 형태 등 많은 요소들과 관련이 있다. 그러나 기도 관리의 여러 전공분야의 의사들이 담당하고, 대부분 의사의 개인적 임상 경험[12]을 바탕으로 시술이 이루어지고 있는 게 현실이며, 왜곡된 해부학적 구조 등으로 인해서 합병증과 문제

\*이 논문은 2010년 한국연구재단 연구비 지원(2012-0025300: 송창호)을 받아 수행된 기초연구사업입니다.

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.  
저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.  
교신저자 : 송창호(전북대학교 의학전문대학원 해부학교실)  
전자우편 : asch@jbnu.ac.kr

점들이 발생하는 경우가 많다[13]. 기관내삽관에 의한 합병증을 줄이기 위하여 한국인의 호흡계통의 해부학적 구조에 대한 정확한 통계가 필요하며, 한국인의 기관과 반지연골, 기관지에 대한 정확한 형태계측 연구가 절실하다.

기관연골은 장기간의 기계호흡이 필요한 환자에서 기도관리를 위해서 기도삽관을 시행하거나 상부기도의 폐쇄가 있는 환자에서 기도폐쇄 부분을 우회하기 위해서 기관절개술을 시행하는 부위이다[14]. 그러나 최근 호흡기 질환의 치료법 발달로 장기간 인공호흡기를 사용하는 환자들이 증가하면서 기관절개술을 시술받는 환자의 원인질환이 과거와 달라지고 있으며 시행율도 증가하고 있다[15]. 기관절개술에 의한 합병증 요인으로는 삽관 튜브 컵에 과도한 압력이 들어가거나, 마찰과 압력으로 인한 손상, 기관절개 시 과도한 절개, 부적절한 위치 등이 있다[16]. 이처럼 기관절개술의 증가와 왜곡된 해부학적 위치로 인한 합병증들이 자주 발생하고 있다. 이에 이 연구는 임상에서 기도관리를 하는 의사들과 응급 구조사들이 활용할 수 있는 임상적 기초자료를 제공하고자, 한국인의 시신을 사용하여 기관의 형태와 길이 등을 형태계측학적으로 측정하였다.

## 재료 및 방법

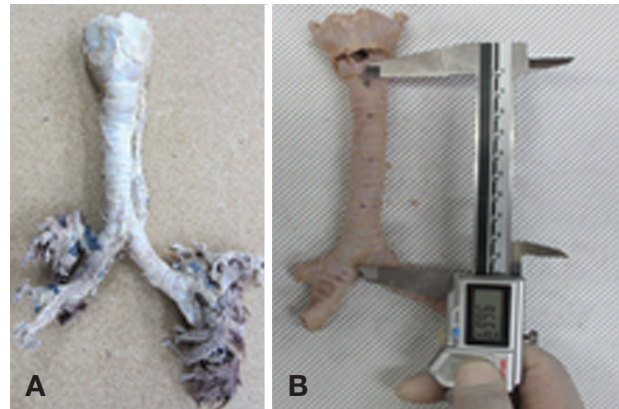
### 1. 연구재료

이 연구는 2012년부터 2014년까지 전북대학교 의학전문대학원에서 학생실습에 사용된 시신들 중에서 연골 관련 질병이 없는, 시신 48구(남자 33구, 여자 15구)에서 적출한 기관(trachea)을 사용하여 계측하였다.

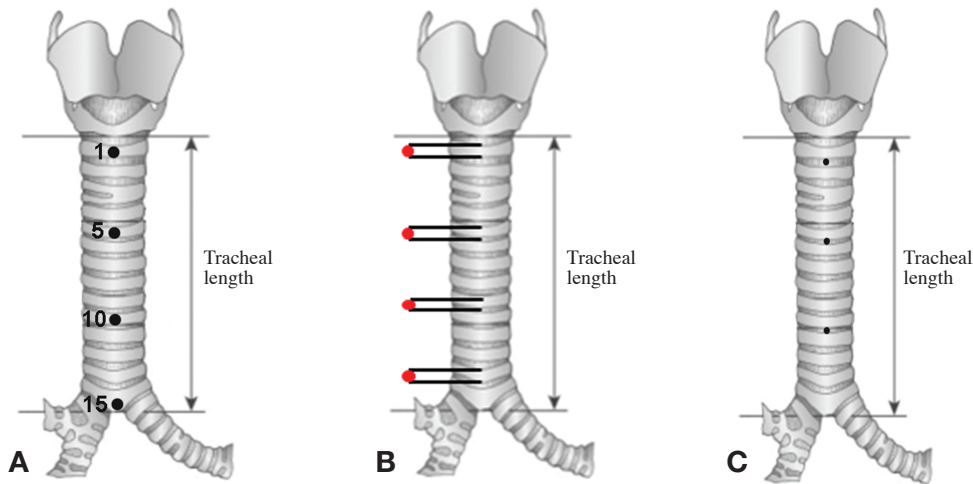
### 2. 연구방법

학생실습 중인 시신에서 갑상연골(thyroid cartilage)과 반지연골(cricoid cartilage), 기관(trachea), 기관지(bronchus)를 함께 적출하였다. 적출한 장기들은 마르지 않도록 10% 포르말린에 보관한 다음 형태학적으로 계측하기 직전에 물로 수세하였다. 기관연골(tracheal cartilages or rings)의 수는 맨눈으로 세었고, 다른 측정값은 디지털 캘리퍼(Mitutoyo, Japan)를 이용하여 0.1 mm까지 측정하였다(Fig. 1).

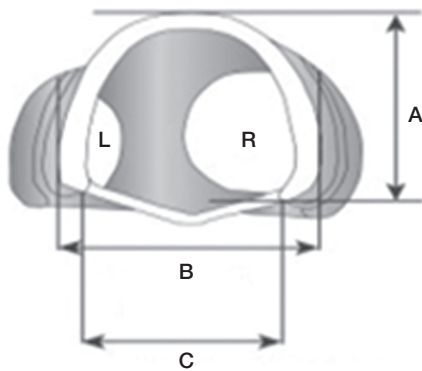
시신에서 적출한 기관에서 7가지 측정항목들, 즉 기관의 전체 길이(length)와 기관연골의 수(number of tracheal rings), 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 앞뒤지름(anteroposterior diameter)과 가로지름(transverse diameter), 높이(vertical height of tracheal ring), 뒷막넓이



**Fig. 1.** Measurement methods. (A) Extraction of the thyroid cartilage, cricoid cartilage, trachea, and bronchi from cadaver. (B) Length of trachea.



**Fig. 2.** Measurement method of the trachea. (A) Length of trachea & number of tracheal rings. (B) Vertical height of tracheal rings. (C) Inter-rings distance of trachea.



**Fig. 3.** Measurement method of the trachea. (A) Anteroposterior diameter. (B) transverse diameter. (C) Distance between posterior end of tracheal rings. L: left, R: right.

(distance between posterior end of rings), 기관에서 첫째~둘째, 다섯째~여섯째, 열째~열한째, 열다섯째~열여섯째 기관연골 사이의 간격(inter-rings distance of trachea)을 각각 측정하였다(Figs. 2, 3). 남자와 여자 사이의 통계학적 유의성은 그래프패드(Graphpad)에서 제작한 프로그램인 prism 6 (2015년 버전)을 사용하여 student's t test (two-tailed, unpaired)로 검증하였으며, 수치는 평균±평균오차(Mean±SEM)로 기술하였다.

## 결 과

한국인 성인 시신 48구(남자 33구, 여자 15구)의 평균연령은 남자가 70세(50~91세), 여자가 74세(47~92세)였다. 기관을 '연구방법'에 따라서 7가지 측정항목들을 측정하여 기관의 형태를 분석한 결과는 다음과 같다(Tables 1~6). 기관 전체 길이의 평균값은 남자와 여자에서 각각  $104.0 \pm 1.4$  mm (86.6~118.4 mm),  $102.3 \pm 1.9$  mm (90.1~115.7 mm)로, 남자와 여자 사이에 통계학적 차이를 보이지 않았지만, 남자가 여자보다 개인적 차이가 매우 컸다(Tables 1~4). 기관연골의 수는 남자가 16.8개, 여자가 18.1개로, 여자가 남자보다 연골의 수가 많았다( $P < 0.01$ , Table 4).

첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 앞뒤지름은 남자에서 각각 22.0, 22.4, 19.9, 19.6 mm이었고, 여자에서 각각 17.7, 17.4, 16.4, 16.3 mm로, 남자가 여자에 비하여 기관연골의 앞뒤지름이 길었다(Table 5, Fig. 4). 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 가로지름은 남자에서 각각 22.5, 20.9, 20.6, 22.1 mm이었고, 여자에서 각각 18.3, 16.8, 16.7, 16.9 mm로, 남자가 여자에 비하여 기관연골의 가로지름이 길었다(Table 5, Fig. 5). 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관

연골의 뒷막넓이는 남자에서 각각 13.2, 11.6, 12.1, 15.5 mm 이었고, 여자에서 각각 8.7, 7.7, 6.7, 8.2 mm로, 남자가 여자에 비하여 기관연골의 뒷막넓이가 모두 컸다(Table 5, Fig. 6). 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 뒷막넓이가 가로지름에서 차지하는 비율은 남자에서 각각 58.5, 55.7, 58.9, 70.2%이었고, 여자에서 각각 47.9, 45.7, 40.1, 48.8%였다(Table 6). 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 높이는 남자에서 각각 6.5, 4.0, 4.3, 4.7 mm이었고, 여자에서 각각 4.7, 4.0, 3.7, 3.9 mm로, 남자가 여자에 비하여 기관연골의 높이가 높았으나 첫째 기관연골에서만 통계학적으로 남녀 간에 유의한 차이를 나타내었다(Table 5, Fig. 7). 첫째와 둘째, 다섯째와 여섯째, 열째와 열한째, 열다섯째와 열여섯째 기관연골 사이 간격은 남자와 여자 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

## 고 찰

성인의 기관과 일차기관지, 반지연골 등의 형태와 크기는 시신에서 직접 계측하거나 환자의 흉부 단순방사선촬영과 컴퓨터단층촬영(CT), 자기공명영상촬영(MRI)을 이용하여 계측할 수 있다[2,4,5,17]. 단순방사선촬영은 간단하지만 영상 밀도 차이에 의해서 기도 전체를 촬영하기는 어렵고, 필름에서 각종 계측 점을 측정할 때 측정오차와 필름의 확대 배율에 따른 오차가 발생할 수 있다. 컴퓨터단층촬영이나 자기공명영상촬영 등은 영상을 입체적으로 재구성해야 하는 번거로운 작업이 많고, 검사 비용도 비싼 단점들이 있다. 시신을 이용한 연구는 시신을 구하기 어려운 단점이 있으나 다양한 측정항목의 설정과 실물 실측이 가능하다는 장점이 있다.

본 연구는 학생 해부실습에 기증된 시신 48구를 이용하여 기관의 형태를 직접 계측하였다. 한국인 기관 길이에 대해 Lee [4]는 컴퓨터단층촬영을 이용하여 남자는  $126 \pm 11$  mm, 여자는  $116 \pm 8$  mm, Song 등 [17]은 흉부 단순방사선촬영으로 남자는  $133 \pm 7$  mm, 여자는  $129 \pm 5$  mm, Na [2]는 굴곡성 기관지 내시경을 이용해 남자는  $118 \pm 2$  mm, 여자는  $105 \pm 3$  mm, Lee와 You [1]는 굴곡성 후두경을 사용해 남자는  $119 \pm 16$  mm, 여자는  $112 \pm 9$  mm로 남자가 여자보다 기관 길이가 길다고 보고하였다. 본 연구에서 기관 길이의 평균값은 남자와 여자에서 각각  $104 \pm 8$  (86.6~118.4),  $102 \pm 7$  (90.1~115.7) mm로 다른 연구들보다 작았고, 남자와 여자 사이에 통계학적 유의성은 보이지 않았으며, 남자의 경우 여자에 비하여 개인적인 차이가 매우 컸다. 이러한 차이는 기관지조영술과 흉부 단순방사선촬영, 컴퓨터단층촬영을 통

**Table 1.** The total data of the tracheal measurements

Gender	Age	Tracheal length (mm)	No. of tracheal rings	Anterior-posterior diameter (mm)			
				1	5	10	15
Male	50	95.73	18	19.65	23.28	21.20	18.87
	51	92.36	16	21.85	20.90	19.91	19.40
	51	104.47	20	23.89	22.40	19.63	20.49
	51	113.57	15	19.08	20.64	19.99	17.95
	53	93.65	15	17.68	19.16	17.83	18.98
	54	111.90	18	22.77	22.87	22.32	19.95
	55	106.88	18	21.15	20.02	16.30	16.54
	59	105.17	18	22.84	25.81	19.32	17.75
	59	95.45	17	30.02	27.90	26.96	27.44
	59	103.29	17	18.09	20.66	17.56	16.45
	59	103.47	18	17.88	21.45	19.92	17.49
	60	103.61	13	21.52	21.37	17.93	-
	62	107.55	15	21.39	24.78	21.10	18.05
	66	-	15	18.79	19.21	17.51	19.33
	66	102.05	15	21.75	21.68	18.78	18.37
	67	104.86	16	26.16	24.39	20.73	20.04
	67	95.35	16	27.94	20.65	20.48	21.29
	67	104.07	18	24.20	26.57	21.60	22.51
	72	117.03	19	23.80	20.90	18.70	17.69
	76	98.83	15	17.83	18.85	17.35	17.46
	77	108.60	19	30.00	25.00	21.60	27.22
	78	93.63	16	-	-	-	-
	78	109.82	16	24.86	26.59	23.42	22.06
	79	114.36	18	19.08	21.74	20.37	22.08
	83	106.44	17	26.14	21.25	19.28	19.15
	85	103.31	16	19.23	25.26	19.71	18.94
86	94.58	18	18.61	17.58	15.11	15.99	
87	112.07	16	25.46	28.27	22.44	23.40	
88	-	14	20.04	21.97	18.73	-	
89	105.73	19	20.49	20.14	18.99	15.02	
90	118.40	20	19.05	19.78	18.49	15.96	
91	86.63	17	20.58	22.81	19.49	19.68	
101	112.30	16	21.07	22.85	22.34	22.58	
Female	47	97.13	19	17.34	16.2	14.38	13.5
	50	105.37	18	14.65	13.91	14.15	14.78
	53	93.35	19	15.71	14.39	13.91	15.07
	65	97.27	18	16.07	16.46	14.74	15.74
	74	115.36	17	15.71	16.43	15.99	14.91
	76	103.83	19	20.87	23.59	21.15	22.24
	76	104.62	20	16.00	16.69	14.42	11.12
	77	113.58	16	20.41	17.27	18.61	19.15
	80	100.12	18	17.81	20.93	16.71	15.81
	81	105.68	17	19.27	19.64	17.1	17.89
	81	103.33	19	15.35	16.96	16.25	16.36
	82	106.61	20	23.96	22.42	21.3	22.29
	83	90.11	16	15.04	14.86	12.85	10.52
	90	105.55	19	18.82	15.45	16.95	17.72
	92	91.90	17	18.64	16.03	17.75	18.03

한 기관 길이의 측정은 사진에서 기관의 하부인 기관갈림(carina, bifucation of trachea)의 위치는 분명히 알 수 있으나 반지연골을 확인하기가 어렵기 때문이라고 생각된다. Song 등[17]은 기관지조영술 사진에서 기관의 시작점을 확인하기 어려워 성대주름(vocal fold)부터 기관갈림까지 측

정하였고, Lee [4]는 성대주름으로부터 약 1.5 cm 하방을 반지연골의 아래 부위로 설정하여 기관의 길이를 측정하였기에 본 연구결과보다 남녀 평균 약 22.7 mm 길었다. Lee와 You [1]는 기관 길이를 상절치부터 기관갈림까지 길이에서 상절치부터 반지연골까지의 길이를 뺀 값으로 산출하였다.

**Table 2.** The total data of the tracheal measurements

Gender	Age	Transverse diameter (mm)				Vertical height of tracheal ring (mm)				
		1	5	10	15	1	2	5	10	15
Male	50	22.13	24.68	22.22	23.70	3.43	3.47	2.71	3.68	2.99
	51	18.79	16.88	18.28	18.80	4.62	3.95	7.12	3.67	4.27
	51	21.07	22.42	21.89	19.63	7.95	2.99	2.95	3.88	3.52
	51	20.57	18.95	17.67	22.25	7.96	6.20	5.78	4.21	—
	53	18.90	17.35	20.47	20.37	6.97	5.29	4.90	4.42	5.14
	54	24.11	20.99	18.58	22.89	6.61	3.75	3.62	4.49	4.40
	55	22.12	24.21	21.48	21.28	2.46	2.32	2.86	3.39	4.23
	59	23.16	21.31	19.48	22.62	5.81	3.14	3.63	4.40	4.17
	59	25.26	22.24	21.14	20.06	6.31	1.60	3.23	3.68	3.87
	59	20.22	14.78	16.80	18.23	6.09	3.03	3.61	4.32	3.88
	59	23.23	22.32	22.73	24.54	8.85	3.29	4.03	3.59	3.96
	60	23.64	21.81	20.63	—	5.05	3.23	3.38	3.79	—
	62	25.90	26.47	25.50	27.88	12.52	3.06	4.62	4.47	6.69
	66	22.32	23.95	24.22	28.87	6.84	4.26	2.86	4.18	4.40
	66	22.32	21.15	20.03	26.17	5.21	3.85	3.81	5.23	6.89
	67	24.90	21.05	21.21	22.43	5.55	3.35	4.26	3.81	3.53
	67	25.55	23.16	19.54	23.45	8.71	6.07	4.33	2.89	5.16
	67	29.08	22.50	20.72	20.46	6.19	3.82	4.76	4.06	3.47
	72	21.18	18.51	20.79	22.48	4.23	3.21	2.76	3.02	3.77
	76	19.08	16.81	18.49	19.03	5.41	3.98	3.98	4.72	4.02
	77	23.06	19.13	18.81	12.95	3.69	3.71	2.27	7.78	3.88
	78	20.90	18.85	18.04	22.74	7.94	6.07	3.14	4.77	3.76
	78	25.75	24.83	23.26	25.95	5.93	5.46	5.47	4.39	6.37
	79	21.66	22.34	24.77	23.32	4.40	2.53	6.65	2.47	4.09
	83	22.05	22.55	21.28	22.49	9.34	2.56	4.07	4.48	3.22
	85	18.19	16.09	19.03	17.47	7.28	3.46	3.89	4.82	5.23
	86	20.19	19.08	19.42	22.01	3.16	2.84	3.35	6.25	4.13
87	24.63	19.37	20.11	24.08	9.38	4.73	4.17	4.41	5.21	
88	23.18	19.14	20.80	—	7.53	3.83	3.35	4.98	—	
89	23.51	17.77	19.18	24.08	7.83	2.29	2.96	3.16	2.76	
90	22.67	23.63	20.50	18.74	5.44	3.84	5.35	6.40	4.43	
91	23.26	25.35	20.30	24.26	7.77	3.21	3.27	3.64	3.40	
101	21.17	17.96	22.50	22.51	7.19	4.12	3.87	5.01	5.07	
Female	47	17.90	15.65	15.93	15.16	3.26	2.51	1.86	2.04	2.51
	50	15.56	14.55	14.51	15.43	5.61	3.1	4.15	4.38	4.11
	53	14.88	14.12	15.18	14.09	5.21	3.13	3.98	2.94	3.00
	65	20.12	15.34	14.89	14.21	2.48	2.67	4.26	4.44	4.94
	74	17.66	19.26	17.47	18.67	4.83	7.98	4.07	3.28	3.19
	76	21.17	15.55	16.86	14.72	3.48	3.75	3.81	4.11	3.57
	76	17.40	16.90	20.26	17.97	5.89	4.35	3.66	3.21	5.69
	77	19.25	15.46	18.87	25.95	6.64	4.37	4.4	4.78	4.04
	80	20.84	21.26	17.96	17.01	1.91	2.38	3.27	3.84	4.22
	81	17.07	15.50	14.32	15.40	3.71	3.45	2.5	2.2	3.05
	81	18.09	16.33	17.74	16.81	2.35	2.50	2.91	2.9	3.57
	82	23.45	21.64	19.32	18.08	3.05	3.15	5.22	3.34	3.30
	83	15.36	17.02	16.64	18.35	8.87	4.35	5.48	5.02	5.25
	90	16.02	15.49	13.83	13.78	6.75	3.01	6.61	3.25	3.10
	92	18.91	17.54	16.09	17.42	5.67	2.97	3.26	5.62	4.78

Na [2]는 목에서 반지연골을 만져 연골의 아래 부위를 바늘로 찔러 기관삽관 튜브 안까지 밀어 넣은 다음 소아용 기관지내시경으로 기관삽관 튜브 내의 바늘까지의 길이를 재어 그 차이로 기관 길이를 결정하였는데 남자의 기관 길이는 본 연구보다 약 14~15 mm 길었다. 여자의 기관 길이는 Na

[2]와 Lee와 You [1]가 보고한 길이가 본 연구보다 각각 약 2.7, 9.7 mm 길었다. Kamel 등 [18]이 뉴질랜드인의 기관 길이를 측정하고 보고에 의하면, 60명의 환자에서 컴퓨터단층촬영을 이용하여 측정된 기관 길이는 남자 105 mm, 여자 98 mm이었고, 시신(10구; 남자 7구, 여자 3구)에서 측정된 기

**Table 3.** The total data of the tracheal measurements

Gender	Age	Distance between posterior end of rings (mm)				Inter-ring distance (mm)			
		1	5	10	15	1~2	5~6	10~11	15~16
Male	50	17.86	19.45	17.08	19.44	2.79	1.73	1.18	1.77
	51	11.42	6.56	9.55	12.70	2.47	2.68	1.76	1.09
	51	12.76	13.15	10.36	10.57	0.82	1.59	0.92	2.15
	51	4.94	1.68	3.28	10.07	0.95	2.00	1.87	-
	53	-	-	-	-	2.21	1.27	1.00	-
	54	14.59	8.51	11.25	20.92	0.89	2.78	1.92	1.99
	55	13.08	15.41	12.76	16.87	3.08	2.84	4.13	0.92
	59	17.36	17.24	17.43	20.46	1.51	1.92	1.76	2.35
	59	12.63	6.76	8.04	10.08	1.50	1.60	1.86	0.85
	59	6.15	6.77	8.04	9.90	1.93	0.19	0.93	1.11
	59	16.41	15.94	13.28	20.08	1.90	1.33	3.11	1.84
	60	12.66	11.57	12.24	-	0.53	1.07	0.58	-
	62	11.23	14.48	15.75	22.99	4.27	1.38	3.69	-
	66	14.58	16.42	19.98	21.53	0.71	3.50	1.82	-
	66	15.55	14.72	14.82	18.34	2.38	1.89	1.57	-
	67	13.66	10.28	10.92	11.34	1.49	1.28	0.61	1.90
	67	9.77	0.57	6.04	7.42	3.44	1.78	1.48	0.89
	67	15.57	10.18	5.79	7.05	1.65	1.07	1.69	1.82
	72	11.26	13.65	13.49	19.52	1.11	0.60	2.30	2.49
	76	-	-	-	-	1.50	1.59	0.21	0.87
	77	18.13	12.94	8.86	7.42	1.44	1.84	1.44	1.26
	78	13.10	10.92	18.11	20.02	3.14	2.06	0.90	1.51
	78	14.57	14.14	14.80	17.32	4.41	0.30	2.12	4.87
	79	12.49	11.12	11.33	17.64	2.73	1.67	3.85	1.38
	83	12.36	21.14	19.48	22.90	1.75	1.22	2.02	3.28
	85	7.39	6.93	10.62	11.92	4.31	1.36	0.95	2.37
86	13.84	10.00	7.31	6.01	0.72	1.67	1.00	1.05	
87	-	-	-	-	1.00	1.40	2.08	1.07	
88	9.63	12.27	10.74	-	0.18	1.56	1.16	-	
89	21.98	13.65	17.79	24.79	2.58	1.86	1.42	3.37	
90	21.47	8.41	4.27	10.27	2.17	1.96	0.94	0.48	
91	10.98	12.84	13.20	18.12	1.05	1.60	0.71	3.59	
101	8.39	10.74	17.64	19.10	3.04	1.41	0.20	-	
Female	47	7.16	4.49	2.07	5.78	2.21	2.16	2.16	1.82
	50	3.92	2.35	4.25	8.37	0.65	0.60	0.54	1.14
	53	2.96	-	-	-	0.91	0.97	1.22	1.27
	65	6.05	4.11	0.51	5.63	1.13	0.42	0.86	0.66
	74	10.24	11.59	13.32	14.72	1.29	1.38	2.00	1.03
	76	10.81	7.93	4.64	6.13	2.00	1.35	0.86	1.11
	76	8.90	7.91	8.94	4.97	2.17	1.73	1.42	2.19
	77	11.87	9.39	14.71	23.36	1.10	0.24	1.78	0.98
	80	11.05	11.2	3.87	2.65	3.13	4.06	1.10	1.97
	81	6.51	9.86	5.89	8.10	1.41	3.15	2.51	2.72
	81	12.22	7.91	9.66	7.17	1.37	1.39	2.05	1.11
	82	13.21	10.67	6.36	7.19	1.06	1.62	1.23	1.29
	83	7.52	5.92	6.52	5.12	1.99	0.60	2.00	1.12
	90	8.35	7.17	5.24	7.62	2.75	2.86	1.16	1.26
	92	10.31	6.9	7.65	8.63	0.72	1.07	1.74	1.47

관 길이는 남자 103 mm, 여자 96 mm로, 컴퓨터단층촬영을 이용한 기관 길이가 시신에서 측정된 것보다 남녀 모두에서 약 2 mm 정도 길었다. 본 연구와 뉴질랜드인에서 시신을 이용하여 측정된 기관 길이는 남자에서는 서로 비슷하였으나 여자의 경우 한국인이 약 6 mm 더 길었다. Mi 등[19]이 중

국인 2,500명을 대상으로 컴퓨터단층촬영을 이용하여 반지 연골의 하방에서부터 기관갈림까지 측정된 기관 길이는 남자가 107.8±13.2 mm, 여자가 101.4±12.8 mm로 남자가 여자보다 기관 길이가 길었다. 이 결과를 본 연구와 비교할 때 남녀 모두에서 약 3 mm 정도씩 기관 길이가 길었다. 이러한

**Table 4.** Metric values of the trachea

Gender	Age	Length (mm)	Numbers of tracheal rings
Male	70	104.0 ± 1.4	16.8 ± 0.3
Female	74	102.3 ± 1.9	18.1 ± 0.3
<i>P</i> value		-	**

Data are mean ± SEM. \*\*: *P* < 0.01.

**Table 5.** Metric values of the trachea

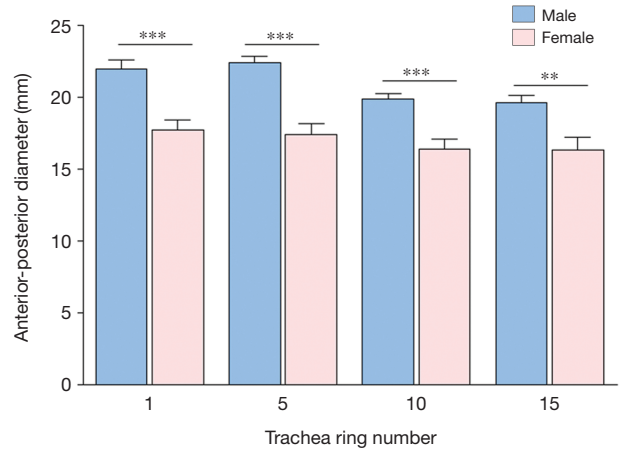
Parameter (mm)	Ring number	Male	Female	<i>P</i> value
Anteroposterior diameter	1	21.97 ± 0.61	17.71 ± 0.67	***
	5	22.40 ± 0.48	17.42 ± 0.75	***
	10	19.85 ± 0.40	16.42 ± 0.65	***
	15	19.60 ± 0.54	16.34 ± 0.87	**
Transverse diameter	1	22.54 ± 0.41	18.25 ± 0.62	***
	5	20.84 ± 0.51	16.77 ± 0.58	***
	10	20.60 ± 0.35	16.66 ± 0.50	***
	15	22.12 ± 0.57	16.87 ± 0.77	***
Distance between posterior end of rings	1	13.19 ± 0.72	8.73 ± 0.78	***
	5	11.61 ± 0.84	7.67 ± 0.74	**
	10	12.14 ± 0.83	6.68 ± 1.05	***
	15	15.53 ± 1.07	8.24 ± 1.37	***
Vertical height of tracheal rings	1	6.47 ± 0.36	4.64 ± 0.50	**
	2	3.71 ± 0.19	3.57 ± 0.35	-
	5	3.97 ± 0.19	3.96 ± 0.30	-
	10	4.31 ± 0.18	3.69 ± 0.26	-
	15	4.66 ± 0.37	3.88 ± 0.24	-
Inter-ring distance	1~2	1.98 ± 0.19	1.59 ± 0.19	-
	5~6	1.63 ± 0.11	1.57 ± 0.27	-
	10~11	1.61 ± 0.16	1.50 ± 0.14	-
	15~16	1.81 ± 0.20	1.40 ± 0.44	-

Data (mm) are mean ± SEM. \*\*: *P* < 0.01, \*\*\*: *P* < 0.001.

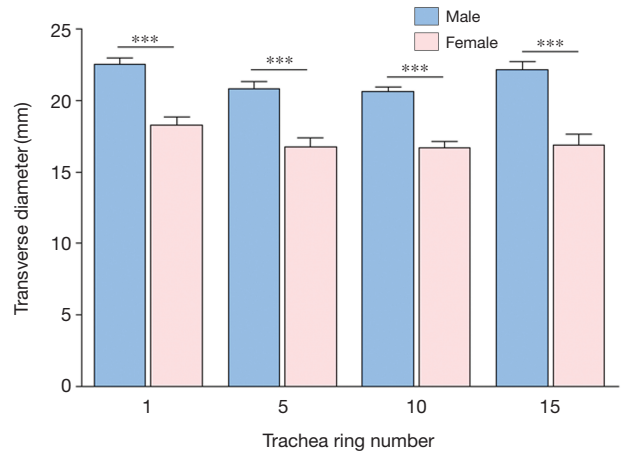
**Table 6.** Ratio of the distance between posterior end of tracheal rings

Ratio (%)	Ring number	Male	Female
Distance between posterior end of rings/ Transverse diameter	1	58.5	47.9
	5	55.7	45.7
	10	58.9	40.1
	15	70.2	48.8

모든 연구들에서 기관 길이는 남자가 여자보다 길었고, 여자에 비하여 남자가 기관 길이의 개인적인 차가 크고, 시신을 이용한 연구에서는 고정액의 주입으로 기관조직이 수축되어 환자에서 측정된 것보다 기관의 길이가 작을 것으로 생각된다. 한국에서 해부학 교재로 주로 활용되고 있는 그레이 해부학[20]에는 기관 길이가 100~110mm로 되어 있는데, 본 연구의 한국인의 기관 길이와 Mi 등[19]이 보고한



**Fig. 4.** Anteroposterior diameter of the tracheal rings. \*\*: *P* < 0.01, \*\*\*: *P* < 0.001.



**Fig. 5.** Transverse diameter of the tracheal rings. \*\*\*: *P* < 0.001.

중국인의 기관 길이를 토대로 중국인과 한국인의 기관 길이는 남녀 모두에서 작게는 84~88 mm, 크게는 114~121 mm 정도로 서양인에 비하여 기관 길이의 개인적인 차이가 큰 것으로 생각된다.

Kamel 등[18]은 시신을 이용한 기관연골 수에 대한 연구에서 남자는 17±2개, 여자는 15±1개로 남자가 여자에 비하여 기관연골 수가 많았다고 보고하였으나, 본 연구결과에서 기관연골의 수는 남자가 16.8개(13~20개), 여자가 18.1개(16~20개)로 여자에서 기관연골의 수가 남자보다 많았다. Kamel 등[18]의 연구보고는 여자에서 3구의 시신을 이용한 결과로 연구대상자의 수가 매우 적어 뉴질랜드인과 한국인의 기관연골 수의 차이를 비교하는 것은 적절하지 않다고 생각된다. 또한 본 연구에서 보고한 기관연골 수는 그레이 해부학[20]에서 서술된 16~20개 보다 기관연골의 수

가 13~20개로 다양하였다. 본 연구에서 남자와 여자에서 평균 기관 길이는 각각  $104 \pm 8$ ,  $102 \pm 7$  mm로 남자가 길었지만, 여자가 남자에 비하여 기관연골 수가 많은 것은 아마도 기관연골의 융합이 남자에서 많이 나타나거나 남자의 각 첫째 기관연골의 높이가 여자보다 크기 때문이라고 생각된다.

본 연구에서 기관연골의 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째의 앞뒤길이와 가로길이, 뒷막넓이, 높이, 연골 사이 거리를 측정한 결과 남자가 여자보다 측정치가 모두 컸다. 그러나 기관연골의 높이(첫째 제외)와 기관연골의 사이 거리는 통계학적으로 유의성을 보이지 않았다. 기관연골의 앞뒤지름 측정치는 남자가 다섯째에서 가장 길었고, 기관분지 쪽으로 갈수록 감소되었으며, 여자는 첫째 연골이 가장 길었고 열다섯째로 갈수록 감소되었다. 남자와 여자 모두에서 기관연골의 가로지름의 평균값은 첫째와 열째, 열다섯째에서 남자가 각각 0.6, 0.8, 2.5 mm이었고, 여자는 각각 0.5, 0.2, 0.5 mm로 앞뒤지름보다 길었고, 다섯째에서만 남자 1.6 mm와 여자 0.7 mm로 앞뒤지름보다 작았다. 기관연골 뒷막넓이의 평균치는 남자와 여자 모두에서 첫째 연골부터 열째 연골까

지 점차 감소하다가 열다섯째 연골에서 다시 커졌다. 첫째와 다섯째, 열째, 열다섯째 기관연골의 뒷막넓이가 가로지름에서 차지하는 비율은 남자에서 각각 58.5, 55.7, 58.9, 70.2%이었고, 여자에서 각각 47.9, 45.7, 40.1, 48.8%이었다(Table 6). 남자가 여자에 비하여 열다섯째 기관연골의 가로지름과 앞뒤지름, 뒷막넓이의 가로지름 비율이 높은 것은 남자가 여자보다 기관연골 수가 적어 열다섯째 기관연골이 남자에서 기관갈림에 가깝기 때문이라고 생각된다. 기관연골의 높이는 남자와 여자 모두에서 첫째 연골이 가장 높았고, 남자의 경우 첫째 연골의 높이는 평균 6.5 mm로 다른 연골들보다 약 50% 이상 컸으며, 개인별로 작게는 2.5 mm부터 크게는 12.5 mm까지 차이가 크게 나타났다. 이러한 측정결과는 기관의 앞쪽 정중앙에서 연골의 높이를 측정한 것으로, 첫째 기관연골이 정중앙에서 둘째 기관연골과 융합이 많이 일어난다는 것을 추측할 수 있었고, 남자의 기관연골 수가 여자에 비하여 적었던 것도 정중앙에서의 연골융합에 의한 것이라고 생각된다.

Hwang과 Choi [21]는 한국 성인에서 기관의 가로지름과 앞뒤지름을 측정하여 보고하였지만, 이는 흉부 단순방사선 촬영 사진을 이용하여 다섯째와 여섯째, 일곱째 목뼈 높이

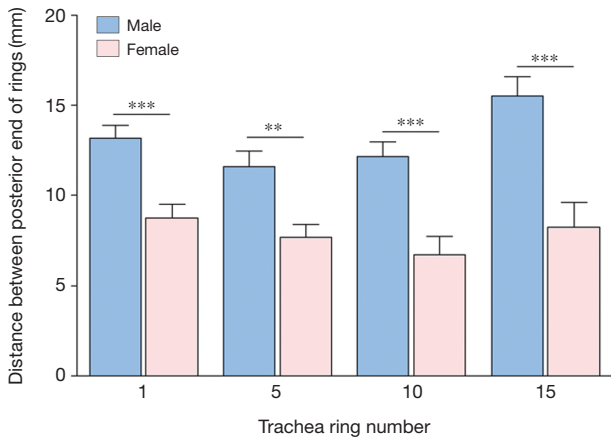


Fig. 6. Distance between posterior end of rings in trachea. \*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\*:  $P < 0.001$ .

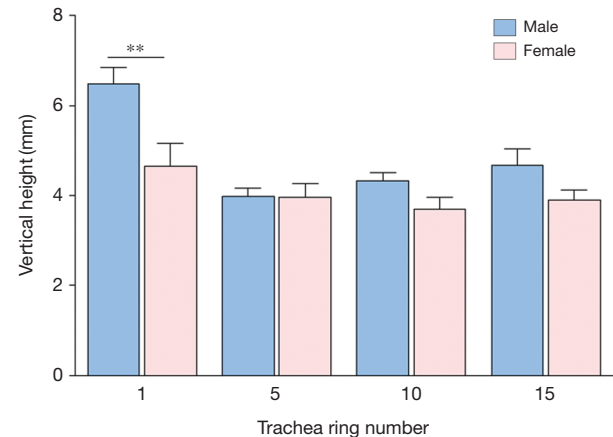


Fig. 7. Vertical height of tracheal rings. \*\*:  $P < 0.01$ .

Table 7. Comparison of tracheal dimensions

Parameter (mm)	Korean (Kim IS, 2015)		New Zealander (Kamel KS et al., 2009)			
	Cadavers		CT		Cadavers	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Length	104	102.3	105.1	98.3	103.0	96.0
No. of tracheal rings	16.8	18.1	-	-	17.0	15.0
Anteroposterior diameter of first tracheal ring	22.0	15.6	22.6	19.2	20.9	15.6
Transverse diameter of first tracheal ring	22.5	18.3	27.1	22.9	21.6	17.2
Vertical height of second tracheal ring	3.7	3.6	-	-	3.9	3.6
Distance between posterior end of first rings	22.0	17.7	-	17.7	11.8	-



에서 측정된 결과였기에 본 연구의 결과와 비교하기 어려웠다. 그러나 이들의 보고한 기관의 가로지름과 앞뒤지름의 결과는 남자와 여자 모두에서 본 연구의 결과보다 그 지름들이 작았다. 또한 다른 한국인 기관연골의 가로지름과 앞뒤지름에 대한 연구는 흉부 단순방사선촬영과 컴퓨터단층촬영의 영상을 이용하여 특정 기준점으로부터 거리별로 측정된 것으로, 본 연구와 측정 부위가 달라 직접 비교하기 어려웠다[4]. 따라서 앞으로 추가 연구에서는 주변 장기들을 기준으로 기관연골의 위치를 규명할 필요가 있다고 생각한다. 또한 뉴질랜드 사람을 대상으로 한 연구[18]에서는 첫째 기관연골의 형태만을 계측하였으며, 뉴질랜드인의 시신에서 측정된 첫째 기관연골의 앞뒤지름과 가로지름, 뒷막넓이의 길이는 남자와 여자 모두에서 본 연구결과보다 길이가 작았다(Table 7).

최근 임상에서 기관절개술(tracheostomy)의 증가로 기관의 앞쪽에 위치한 갑상샘(thyroid gland)의 구조와 혈관분포에 대한 한국인의 형태계측학적 자료가 필요하다. 특히 갑상샘은 후두와 기관의 앞쪽에 위치하고, 다섯째목뼈(C5)와 첫째등뼈(T1) 사이에 있으며, 나비넥타이 모양으로 두 개의 가쪽엽(lateral lobe)이 둘째와 셋째 기관연골의 앞쪽에 위치한 갑상샘줄록(isthmus of thyroid gland)으로 연결되어 있다[22]. 갑상샘은 몸에서 가장 큰 적갈색의 내분비샘으로 무게는 약 20~30그램 정도이고, 위·아래갑상동맥(superior and inferior thyroid artery)과 때로 맨아래갑상동맥(thyroid ima artery)에 의해 혈액이 공급된다[22]. 위갑상동맥은 바깥목동맥(external carotid artery)에서 나오는 가지로 가쪽엽의 위쪽으로 들어와 갑상샘의 앞위쪽에 혈액을 공급하며, 아래갑상동맥은 빗장밑동맥(subclavian artery)에서 분지된 갑상목동맥(thyrocervical trunk)의 가장 큰 가지로 갑상샘의 뒤아래쪽에 혈액을 공급한다[22]. 또한 약 10% 정도에서는 맨아래갑상동맥이 기관의 앞쪽면을 따라 올라와 갑상샘에 혈액을 공급한다. 맨아래갑상동맥은 팔머리동맥(brachiocephalic trunk), 대동맥활(arch of aorta), 오른은목동맥(right common carotid artery), 빗장밑동맥(subclavian artery), 속가슴동맥(internal thoracic artery) 등의 다양한 혈관들에서 기원한다고 알려져 있다[22]. 특히 기관절개술은 일반적으로 첫째와 둘째 기관연골 사이 또는 둘째부터 넷째 기관연골까지 절개하여 구멍을 내는 시술이기에, 기관절개술을 시행하는 과정에서 기관의 앞쪽에 위치하는 맨아래갑상동맥과 갑상정맥, 갑상샘 등이 손상되지 않도록 조심해야 한다[23]. 이에 기도관리를 하는 의사들과 응급 구조사들이 기초자료로 이용할 수 있도록 한국인 시신에서 갑상샘의 위치와 혈액 분포에 관한 해부학적 연구가 시행되어야 할 것으로 생각된다.

이 연구는 한국인 시신을 이용하여 기관의 형태를 계측한 연구로써, 앞으로 한국인에서 기관의 해부학적 구조와 형태계측학적 기초자료로 활용될 것으로 생각한다. 그러나 앞으로 시신의 실측치와 영상사진의 측정값을 비교분석하는 방법을 개선하고, 더 많은 시신을 이용하여 형태를 계측하여, 연령별로 비교하고, 신체계측 값과의 상관관계를 산출하는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Lee SK, You CW. An anthropometric measurements of the upper airway using fiberoptic laryngoscope in korean adults. *Korean J Crit Care Med.* 1997; 12:143-50.
2. Na MH, Kim JH, Hong MS, Na CY, Kim H, Shim JC, et al. A study on the measurement of the normal tracheal length in korean adults. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995; 28:766-71.
3. Shin CM. Study of lengths from the upper incisor to left and right mainstem bronchial carina in korean adult using a fibroptic bronchoscope. *Korean J Anesthesiol.* 2001; 40:572-6.
4. Lee DH. Tracheal measurement by computed tomography in korean adults. *Korean J Radiol.* 1988; 10:265-71.
5. Park SH, Park SN, Kim MJ, Yoon HB, Chung DH, Chang HS, et al. Measurement of various dimensions of the larynx in korean adult. *Soon Chun Hyang University;* 1993. 9, 29-30 p.
6. Mort TC. Complications of emergency tracheal intubation: immediate airway-related consequence. *J Intensive Care Med.* 2007; 22:208-15.
7. Jo YS. Study on complication rate of endotracheal intubation in the emergency. *Hanyang University, Seoul, Korea;* 2012.
8. Dankle SK, Schuller DE, Mcglead RE. Risk factors for neonatal acquired subglottic stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1986; 95:626-30.
9. Ellis PD, Bennet J. Laryngeal trauma after pro-longed endotracheal intubation. *J Laryngol Otol.* 1977; 91:69-74.
10. Becker DE, Haas DA. Recognition and management of complications during moderate and deep sedation part 1: Respiratory: Considerations respiratory considerations. *Anesth Prog.* 2011; 58:82-92.
11. Goodman LR, Conrardy PA, Laing F, Singer MM. Radiographic evaluation of endotracheal tube position. *Am J Roentgenol.* 1976; 127:433-4.
12. Kwak YH, Kim YM, Yang HJ, Jung HS. *Manual of emergency airway management.* 2nd ed. Seoul, Koonja; 2005.

- 45 p.
13. Suh GJ. Endotracheal intubation in emergency department. *J Korean Soc Emerg Med.* 1998; 9:560-70.
  14. Wetmore RF. Tracheotomy. In: Bluestone CD, Stool SE, Alper CM, Arjmand EM, Casselbrant ML, Dohar JE, et al., editors. *Pediatric Otolaryngology.* 4th ed. W.B. Saunders company, Philadelphia; 2003. 1583-1598 p.
  15. Ozmen S, Ozmen OA, Unal OF. Pediatric tracheotomies: a 37-year experience in 282 children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009; 73:959-61.
  16. Kang JY, Lee HS, Kim CH. Direct closure of post-intubation trachesophageal fistulas report of 3 cases. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996; 29:1045-9.
  17. Song CS, Lim WL, Lee SC, Chung SL. Metric study of the upper airway in normal korean adults with new radiologic lateral view of chest. *Korean J Anesthesiol.* 1993; 26:1016-20.
  18. Kamel KS, Lau G, Stringer MD. In vivo and in vitro morphometry of the human trachea. *Clinical Anatomy* 2009; 22:571-9.
  19. Mi W, Zhang C, Wang H, Cao J, Li C, Yang L, Guo F, et al. Measurement and analysis of the tracheobronchial tree in chinese population using computed tomography. *PLoS One.* 2015; 10:e0123177.
  20. Williams PL, Warwick R. *Gray's anatomy.* 26<sup>th</sup> ed. W.B. Saunders company, Philadelphia; 1980. 1241 p.
  21. Hwang SY, Choi BG. Anteroposterior and transverse diameter of the trachea in normal korean adults. *Chung-Ang Journal of Medicine* 1989; 39:221-5.
  22. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Clinically oriented anatomy.* 7<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; 2014. 1018 p.
  23. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Clinically oriented anatomy.* 7<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; 2014. 1045 p.

# Morphometric Study of the Trachea in Korean

Ik Sung Kim, Jeong Min Lim<sup>1</sup>, Ok Hee Chai, Eui-Hyeog Han, Hyoung Tae Kim,  
Chang Ho Song

*Department of Anatomy, Chonbuk National University Medical School, Jeonju, Korea*

<sup>1</sup>*Ministry of National Defense Agency for Killed in Action Recovery & Identification, Seoul, Korea*

---

**Abstract** : This morphometric study of the trachea was performed to provide the basic data necessary for shielding crico-thyroid membrane incision, tracheal intubation and tracheotomy in Korean bodies 48 (33 male, 15 female). Tracheal measurement included the number, the length, the anteroposterior and transverse diameters of trachea, and the height of tracheal cartilages, and the inter-rings distances of cartilages.

The length of trachea was  $104.0 \pm 1.4$  mm in male and  $102.3 \pm 1.9$  mm in female, but there was no significance between males and females. All of the anteroposterior and transverse diameters, and the height were longer in males, compared with females, in the first, fifth, tenth and fifteenth tracheal cartilages. The anteroposterior and transverse diameters of the first and fifteenth tracheal rings, and the height of the first tracheal ring differed significantly male's from female's. The distances between posterior end of rings of the first, tenth and fifteenth tracheal cartilages were broader in males. The inter-rings distances of tracheal cartilage were also wider in the male, and showed significant differences in the 1st~2nd and 10~11th. These results suggest that this might be useful as a clinical basic data for the emergency physician, anesthetist, and associated medical doct

---

**Keywords** : Cadaver, Trachea, Tracheal cartilage, Morphometry