

한국 성인의 기관 길이 측정에 관한 연구

나명훈*·김주현**·홍민수*·나찬영*·김혁*·심재천*·정철현*·정윤섭*·
한재진*·박국양*·이영탁*·박영관*·홍승록*·김미운***·
성시욱***·문현수***·임정철†

=Abstract=

A Study on the Measurement of the Normal Tracheal Length in Korean Adults

Myung Hoon Na, M.D.*, Joo Hyun Kim, M.D.**, Min Soo Hong, M.D.*, Chan Yung Na, M.D.*,
Hyuk Kim, M.D.*, Jae Chun Shim, M.D.*, Chul Hyun Chung, M.D.*, Yoon Sub Chung, M.D.*,
Jae Jin Han, M.D.*, Kook Yang Park, M.D.*, Young Tak Lee, M.D.*, Young Kwan Park, M.D.*,
Sung Nok Hong, M.D.*, Mi Woon Kim, M.D.***, Sea Wook Sung, M.D.***,
Hyeon Soo Moon, M.D.***, Jung Chul Lim, M.D. †

The trachea is defined as the airway from the inferior border of the cricoid cartilage to the top of the carinal spur.

This paper would confirm the normal tracheal length of Korean adults through the actual measurement using the fiberoptic bronchoscopy.

The subjects of this study were 25 patients, 13 males and 12 females between the age of 20 to 69 without abnormality on the neck, trachea, mediastinum and lung pharenchyme on the preoperative chest X-ray, who received the operations from the period of July to September, 1994. For those patients who had heart diseases, the cardiothoracic ratio was below 50%.

The measurement was performed on the patients with endotracheal intubation under the general anesthesia in supine and neutral position. The tracheal length was calculated by the difference between the length from the tip of the endotracheal tube (E-tube) to carina and to the needle which was inserted into the E-tube at the lower border of the palpated cricoid cartilage, by inserting the bronchoscopy through the E-tube.

* 부천 세종병원 흉부외과

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sejong General Hospital

** 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Seoul National University

*** 부천 세종병원 마취과

*** Department of Anesthesiology, Sejong General Hospital

인천 중앙길병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Gil General Hospital

† 본 논문은 1994년도 추계 대한흉부외과학회에서 구연되었음.

†† 본 논문은 1994년도 서울대학교병원 지정진료연구비의 일부 보조에 의한 것임.

논문접수일: 95년 1월 4일 심사통과일: 95년 1월 9일

통신저자: 나명훈, (422-232) 경기도 부천시 소사구 소사본 2동 91-121, Tel. (032) 340-1381, Fax. (032) 349-3005

The result was as follow :

- 1) The measured tracheal length for men was 11.8 ± 0.2 cm(mean standard deviation) and women was 10.5 ± 0.3 cm, and that was longer than this ($p < 0.01$). The average was 11.2 ± 1.0 cm and the standard error was 0.20 cm.
- 2) According to the correlation between the tracheal length to weight, height (Ht), age, and body surface area (BSA) respectively, the Ht ($p=0.003$), age ($p=0.055$), and the BSA ($p=0.017$) were significant, while weight was not ($p=0.314$).
- 3) From the regression analysis of the tracheal length (T.L.) to the Ht, Age, and the BSA which were significant, the following equation was derived.

$$\begin{aligned}
 \text{i) Ht} & : \text{T.L.} = -1.29 + 0.076 \times \text{Ht} \quad (P=0.003) \\
 \text{ii) Age} & : \text{T.L.} = 10.04 + 0.028 \times \text{Age} \quad (P=0.055) \\
 \text{iii) BSA} & : \text{T.L.} = 5.60 + 3.48 \times \text{BSA} \quad (P=0.017) \\
 \text{iv) In multi-regression :} & \\
 & \text{T.L.} = -4.15 + 0.034 \times \text{Age} + 0.085 \times \text{Ht} \quad (P=0.0002)
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ccc}
 & \uparrow & \uparrow \\
 & P=0.0037 & P=0.0003
 \end{array}$$

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1995; 28: 766-71)

Key words : 1. Trachea
 2. Tracheal length
 3. Anatomy, regional

서 론

시경의 지표로 삼고자 한다.

기관(Trachea)은 윤상연골(cricoid cartilage)의 직하부부터 기관이 분지되는 carina 까지라고 정의되고 있다.

기관의 수술은 지속적 기관내 삽관이나 기관절개술 후의 후유증에 의한 기관협착이나 기관의 외상, 종양, 감염, 선천적 결함 등의 경우에 시행하는데 여러 수술기법중 일차적 절제 및 단단문합술이 가장 이상적이다¹⁾. 절제 및 단단문합술을 시행하는데 있어서 가장 문제가 되는 것은 절제할 기관길이의 결정인데, Grillo²⁾는 7cm, 유정훈 등³⁾은 7.5cm 까지 절제가 가능하다고 보고하고 있다.

성인 기관의 길이는 1964년 Grillo 등⁴⁾이 사체(cadaver)를 통해 측정하여 보고한 11.8cm 이외에 기관지 내시경⁵⁾ 및 Computed Tomography(CT)⁶⁾를 통한 보고가 있으며, 한국에서도 성인을 대상으로 기관지조영술⁷⁾ 및 CT⁸⁾를 통해 간접적으로 측정한 보고는 있으나 생체에서 직접 실측된 보고는 없으며 측정치의 정확성에 대해서는 논란의 여지가 있다.

본 연구는 한국 성인에서의 기관 길이의 정상치를 생체에서 굴곡성 기관지 내시경(fiberoptic bronchoscopy)을 이용한 직접적인 실측을 통해 확인하고, 확인된 기관의 길이와 남녀 성별, 키, 체중, 연령, 체표면적과의 상관관계를 비교하여 그 결과를 향후 기관수술, 기관삽관술 및 기관지내

대상 및 방법

1994년 7월부터 9월까지 수술을 시행받은 환자중 술전 흉부 X-선 사진상 기관, 종격동 및 경부 그리고 폐실질에 이상이 없고 호흡기 장애가 없으며, 심장질환이 있는 환자는 심폐계수(Cardiothoracic ratio)가 50% 이하인 연령 20세 이상(20세~69세, 평균 41.3세)의 남성 13례, 여성 12례를 대상으로 하였다.

측정은 기관내 삽관이 되어있는 마취된 환자를 앙와위(supine position), 머리와 목 및 양팔은 중립자세(neutral position)로 놓은 상태에서 소아용 굴곡성 기관지 내시경을 Endotracheal tube(E-tube)내로 넣어 carina까지의 길이를 cm 단위로 측정하고, 목에서 윤상연골을 만져 확인한 후 연골의 직하부를 바늘로 찔러 E-tube 안까지 밀어 넣은 다음 다시 기관지내시경으로 E-tube 내의 바늘까지의 길이를 재어 그 차이로 기관길이를 결정하였으며 3회를 실시하여 측정오차를 줄이고자 하였다.

본 연구의 자료 분석은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 t-Test, 상관관계 분석(Correlation), 회귀분석(Regression)을 시행하였고, 남녀 성별, 키, 몸무게, 연령, 체표면적과의 관계를 비교하였으며, 유의수준 0.05를 기준으로 유의도

Table 1. Patients' data

No.	S/A	Bwt (kg)	Ht (cm)	BSA (m ²)	Tracheal length (cm)	Dx
1	F / 34	54.5	162	1.57	11	GB stone
2	F / 30	58	157	1.58	10.6	Breast mass
3	F / 34	50	150	1.43	9.6	Breast mass
4	F / 44	52	157	1.51	10.2	Breast mass
5	F / 36	51	159	1.51	9.9	Breast mass
6	F / 39	50	159	1.49	10.2	Breast mass
7	M / 40	68	171	1.80	12.3	Appendicitis
8	M / 33	64	169	1.73	11.2	Appendicitis
9	M / 22	63	163	1.6	10.6	Appendicitis
10	F / 25	54	165	1.59	9.5	Appendicitis
11	M / 21	65	176	1.80	11.8	Ulcer perforation
12	M / 32	57	160	1.59	10.8	Pneumothorax
13	F / 59	50	151	1.44	11.2	MS
14	M / 59	55	172	1.64	12.5	MS
15	F / 53	42.5	153	1.36	12.4	MR
16	F / 43	47	159	1.46	9.9	MR
17	M / 45	52	167	1.57	10.9	MR
18	M / 69	60	176	1.73	12.5	MS
19	F / 54	54	159	1.53	10	MS
20	M / 20	65	173	1.78	12.1	PDA
21	M / 57	72	167	1.8	12.5	AS
22	M / 52	61	162	1.68	12.3	AS
23	M / 38	53	168	1.60	12.0	IHD
24	F / 59	45	165	1.40	12.3	IHD
25	M / 54	68	166	1.76	11.6	IHD

S/A : sex & age, BWT : body weight, Ht : height, BSA : body surface area, Dx : diagnosis, GB : gallbladder, MS : mitral tenosis, MR : mitral regurgitation, PDA : patent ductus arteriosus, AS : aortic stenosis, IHD : ischemic heart disease

Table 2. Average tracheal length in various age groups

Age	No.	Average tracheal length (cm)
20~30	5	10.9
31~40	8	10.8
41~50	3	10.2
51~60	8	11.8
60 >	1	12.5
Total	25	

No. : number

Table 3. Correlation with tracheal length

	Bwt	Ht	Age	BSA
상관계수	0.39	0.55	0.38	0.46
P-value	0.314	0.003	0.055	0.017

Bwt : body weight, Ht : height, BSA : body surface area

를 판단하였다.

결 과

환자 분포를 보면 일반외과 환자가 11례, 흉부외과 환자가 14례였으며, 그 내용은 Table 1과 같다.

환자의 연령별 분포는 20세에서 69세까지였으며 20대가 5례, 30대가 8례, 40대가 3례, 50대가 8례, 60대가 1례 있었으며 각각의 평균 기관길이는 Table 2와 같다.

측정된 기관의 길이는 남성이 11.8 ± 0.2cm(평균 표준편차), 여성이 10.5 ± 0.3cm으로 남성이 길었으며(P < 0.01), 평균은 11.2 ± 1.0cm이었고 표준오차는 0.20cm이었다.

기관의 길이와 체중, 키, 연령, 체표면적과의 상관관계를 보면 키(P = 0.003), 연령(P = 0.055), 체표면적(P = 0.017)은 유의성이 있었으며 체중은 유의성이 없었다(P =

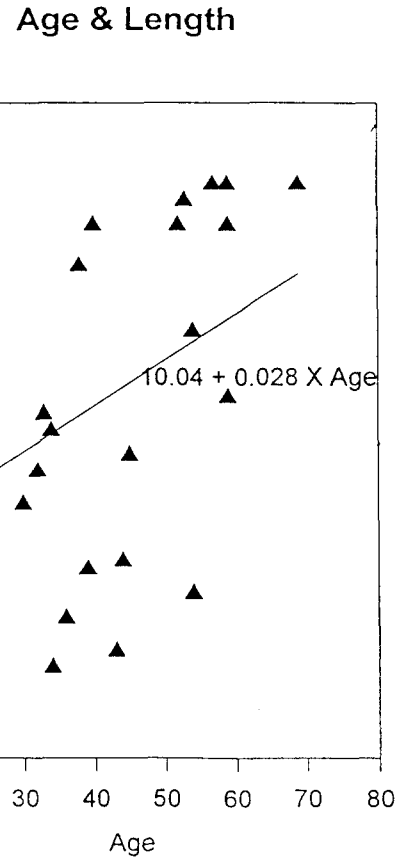
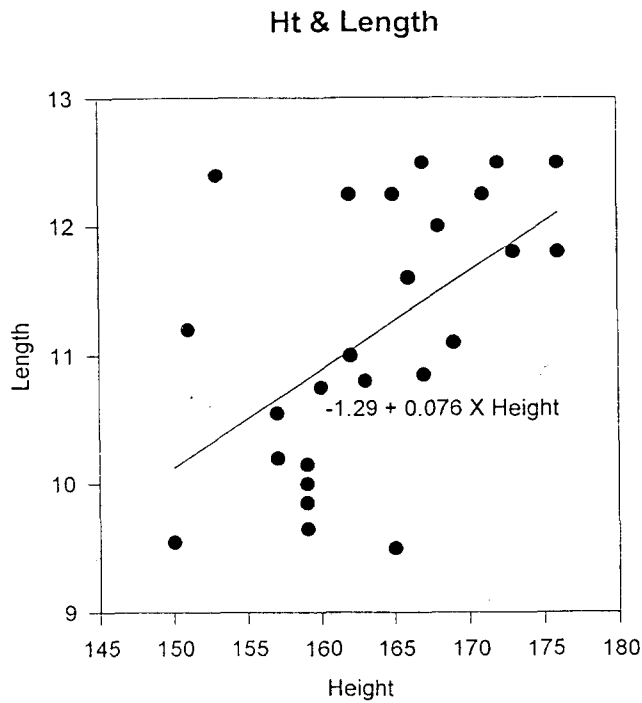


Fig. 1. Diagram and equation from regression between tracheal length and height

Fig. 2. Diagram and equation from regression between tracheal length and age

0.314)(Table 3).

기관길이의 유의성이 있는 키와 연령 및 체표면적을 회귀분석 하였을 때 다음과 같은 식을 얻었다.

i) Ht : T.L. = $-1.29 + 0.076 \times \text{Ht}$ (P=0.003) (Fig. 1)

ii) Age : T.L. = $10.04 + 0.028 \times \text{Age}$ (P=0.055) (Fig. 2)

iii) BSA : T.L. = $5.60 + 3.48 \times \text{BSA}$ (P=0.017) (Fig. 3)

iv) 중회귀분석의 결과 다음과 같은 식을 얻을 수 있었다.

$$\text{T.L.} = -4.15 + 0.034 \times \text{Age} + 0.085 \times \text{Ht} \quad (\text{P}=0.0002)$$

\uparrow \uparrow (Fig. 4)
 $\text{P}=0.0037$ $\text{P}=0.0003$

고 찰

해부학적으로 정상 기관은 흉외기관(extrathoracic trachea)과 흉내기관(intrathoracic trachea)으로 구분할 수 있으며, 흉외기관은 윤상연골의 하단에서부터 폐가 나타나는 흉곽입구(thoracic inlet)까지 2~4cm 이고, 앞면과 옆면은 갑상선으로 둘러싸여 있으며, 흉내기관은 흉곽입구, 즉 흉골상절흔(suprasternal notch) 상방 1~3cm에서 시작하여 carina까지 6~9cm이다⁹⁾.

기관의 길이는 호흡에 의해 기관내 압력이 변함에 따라 변하는데 흉외기관의 변화가 흉내기관보다 크며, 호기(expiration)시 기관내 압력이 -20cmH₂O인 경우 길이의 12%까지 감소할 수 있으므로¹⁰⁾ 기관의 길이를 측정하기 위한 노력이 사체 해부로 부터 생체로 이행해 왔으나 그 정확성에 있어서는 여전히 논란이 되고 있다.

1964년 Grillo와 Miura 등⁴⁾이 40례의 성인 사체 해부를 통해 얻은 11.8cm(10.0cm~13.0cm)를 보고하였으나, 사후 경측과 같은 사체 변형에 의해 영향을 받는다는 점이 문제가 되었고^{6, 11)}, 생체에서의 측정은 Fearon 등⁵⁾에 의한 소아에서 기관지 내시경을 하는동안 시행된 기관길이 측정의 시도가 있었으나, 기관지 내시경 tube 자체의 유연성(柔軟性)에 의해 영향을 받는다는 점이 문제가 되었으며, X-선(기관지조영술이나 CT)을 통한 기관길이 측정이 대두하게 되었다.

기관지조영술⁷⁾ 및 CT^{6, 8)}를 통한 기관길이의 측정의 문제점은 사진에서 기관의 하부인 carina의 위치는 분명히

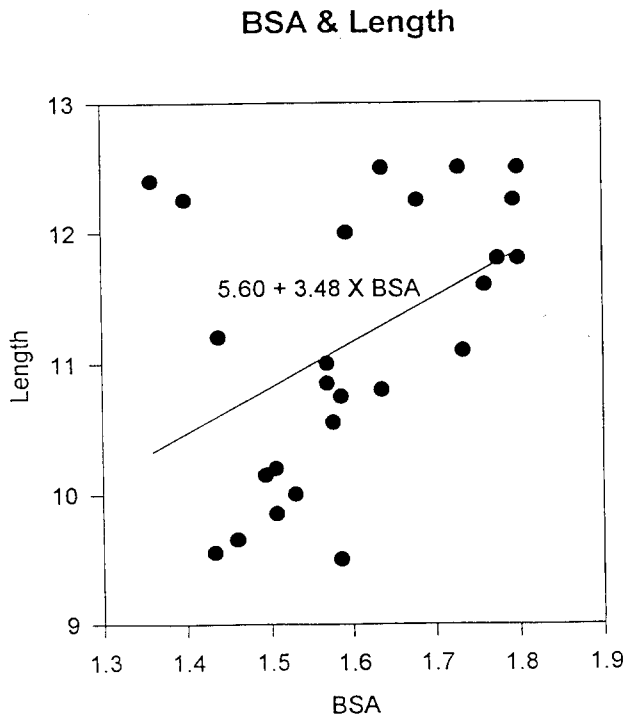


Fig. 3. Diagram and equation from regression between tracheal length and body surface area(BSA)

알 수 있으나 상단인 윤상연골을 확인하기가 어렵다는 점이다. 해부학적으로 성인에서 윤상연골의 하단은 진성대(眞聲帶, true vocal cord)로 부터 대략 1.5cm 하방이라고 알려져 있다⁶⁾. 그래서 이들은 사진에서 확인이 가능한 진성대를 기준으로 기관의 상단을 결정하였으므로, 그 정확성에 문제가 있을 수 있으며 전술한 내시경을 이용한 측정⁵⁾에서도 이 기준을 이용하였다.

본 연구에서는 이러한 기관길이의 측정상의 문제점을 고려하여 측정방법을 고안하였다.

기관 및 종격동, 폐실질에 변형이 없고 폐기능에 장애가 없는, 기관삼관이 되어있는 마취된 환자를 대상으로 하여 호흡의 영향을 최소화하였다. 자세는 앙와위, 머리와 목 및 팔은 편안하게 놓은 중립자세(neutral position)로 하였다. 측정 방법은 먼저 기관지내시경 tube 자체의 굽힘이나 꺾임에 의한 오차를 줄이고자 E-tube를 통해 carina까지 소아용 기관지내시경을 넣은 후 E-tube의 끝에서 carina까지의 길이를 재고, 다음에 윤상연골(cricoid cartilage)을 목에서 만져 확인한 후 그 하단부를 바늘로 찔러 기관 내의 E-tube내까지 밀어 넣은 후 다시 기관지내시경으로 E-tube내의 바늘까지의 길이를 측정하였으며, 두 측정치의 차이로 기관의 길이를 결정하였다.

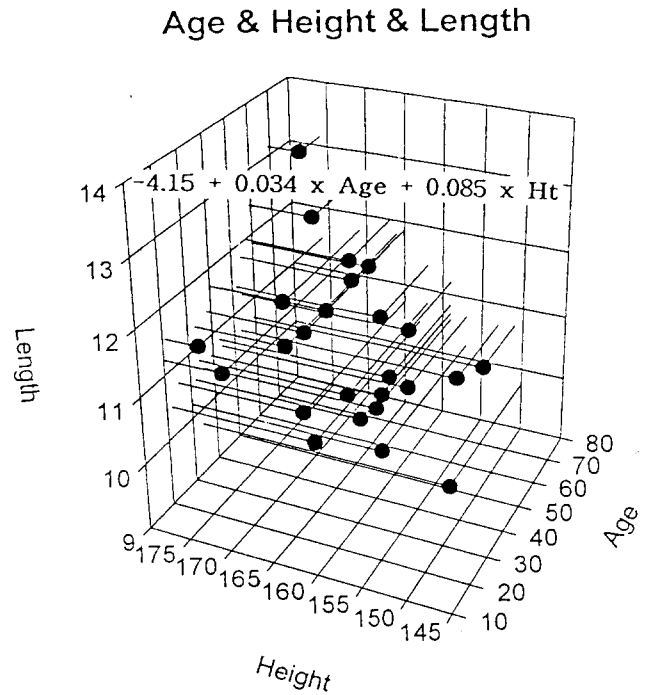


Fig. 4. Diagram and equation from multi-regression between tracheal length and age and height

김훈 등⁷⁾은 기관지조영 촬영상 기관의 길이가 남성에서 14.8 ± 1.30 cm, 여성에서 13.1 ± 1.34 cm(평균 14.2 ± 1.31 cm)라고 보고하며 구미인과 비교했을 때 큰 차이가 없다고 하였고, 이덕희 등⁸⁾은 CT를 이용하여 남성 12.6 ± 1.2 cm, 여성 11.6 ± 0.8 cm라고 보고하여 본 연구의 남성 11.8 ± 0.2 cm, 여성 10.5 ± 0.3 cm(평균 11.2 ± 1.0 cm)와 차이를 보였는데, 그 이유는 김훈 등⁷⁾은 기관지조영 사진상 기관의 상단을 확인하기가 어려워 확인하기 쉬운 성대(vocal cord)로 부터 기관분지부위까지 측정하였으며, 이덕희 등⁸⁾은 윤상연골의 하단을 진성대(true vocal cord)로 부터 약 1.5 cm 하방에 설정하여 측정하였기 때문이라고 생각된다.

Grillo와 Miura 등⁴⁾, 김훈 등⁷⁾, 이덕희 등⁸⁾은 기관길이가 남성이 여성보다 길고 키에 대해 상관관계가 있으며 체중은 유의성이 없다고 하였는데 이는 본 연구의 결과와 일치하고 있다.

본 연구의 경우 체표면적 및 연령과의 관계에서도 유의한 상관관계가 있다는 결과가 나왔다. 체표면적은 $71.84 \times (\text{체중})^{0.425} \times (\text{키})^{0.725}$ 로 결정되는데 체중은 기관길이의 유의성이 없는데도 체표면적이 기관길이의 유의성이 있는 것은 체표면적의 결정에 키가 체중보다 큰 역할을 하기 때문이라고 생각된다.

연령과 기관의 길이가 상관관계가 있는 것은 정확한 원인은 알 수 없으며 단지 이덕희 등⁸⁾, Breatnach 등¹²⁾과 Gibbon 등¹³⁾ 그리고 김용휘 등¹⁴⁾이 기관의 전후경 및 횡경을 측정 한 결과에서 연령이 증가함에 따라 길이가 증가한다고 보고하면서 그 원인으로 다른 조직에서와 같이 나이가 증가함에 따라 기관의 탄력성 (elastic recoil)의 감소 및 폐의 기종성 변화 (emphysematous change)가 초래하기 때문 일 것이라고 하였는데 이와 관련이 있지 않나 생각하고 있다.

본 연구에서 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 측정시 기관지내시경의 유연성에 의해 생기는 오차를 피하기 위해 E-tube를 통해 기관지내시경이 導入되었다 하더라도 E-tube 자체의 유연성이 있어 문제가 될 수 있으며, 기관지내시경으로 carina까지 접근했을 때 접촉 부위의 위치에 따라 차이가 생길 수 있고, 윤상연골의 하단부를 바늘로 찌를 때 찌르는 각도의 차이에 의한 오차가 생길 수 있다. 특히 여성의 경우 윤상연골이 발달되지 않아 연골의 하단부를 정확히 확인하기 어려운 경우가 있어 문제가 될 수 있다.

결 론

본 연구는 한국 성인의 기관길이의 정상치를 확인하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 20세 이상의 한국 남성 13례, 여성 12례를 대상으로 굴곡성 기관지내시경을 이용하여 기관길이를 측정하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 측정된 한국성인에서의 기관길이는 남성이 11.8 ± 0.2 cm (평균 표준편차), 여성이 10.5 ± 0.3 cm로 남성이 길었으며 ($P < 0.01$), 평균은 11.2 ± 1.0 cm 이었고, 표준오차는 0.20 cm 이었다.
2. 기관길이는 키 ($P = 0.003$), 연령 ($P = 0.055$), 체표면적 ($P = 0.017$)과 유의한 상관관계가 있었으며, 체중은 유의성이 없었다 ($P = 0.314$).
3. 기관길이 (T.L.)와 유의성이 있는 키 (Ht), 연령 (Age) 및 체표면적 (BSA)을 회귀분석 하였을 때 다음과 같은 식을 얻었다.

i) Ht : $T.L. = -1.29 + 0.076 \times Ht$ ($P = 0.003$)

ii) Age : $T.L. = 10.04 + 0.028 \times Age$ ($P = 0.055$)

iii) BSA : $T.L. = 5.60 + 3.48 \times BSA$ ($P = 0.017$)

iv) 중회귀분석의 결과 다음과 같은 식을 얻을 수 있었다.

$$T.L. = -4.15 + 0.034 \times Age + 0.085 \times Ht \quad (P = 0.0002)$$

$$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow \\ P = 0.0037 & P = 0.0003 \end{matrix}$$

참 고 문 헌

1. Mathey J, Binet JP, Godey JJ, et al. *Tracheal & Tracheobronchial resection ; Technique and results in 20 cases.* J Thorac Cardiovasc Surg 1966; 51: 1-13
2. Grillo HC. *Surgical treatment of postintubation tracheal injuries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1979; 78: 860-75
3. 유정훈, 정원상, 지행옥, 서정국, 신동은. 주기관 긴 협착증 환자의 수술 치험. 대흉외지 1992; 25: 588-2
4. Grillo HC, Dignan EF, Miura T. *Extensive resection and reconstruction of mediastinal trachea without prosthesis or graft: an anatomical study in man.* J Thorac Cardiovasc Surg 1964; 48: 741-9
5. Fearon B, Whalns JS. *Tracheal dimensions in the living infants.* Ann Otol Rhinol Laryngol 1967; 76: 964-74
6. Griscom NT. *Computed Tomographic determination of Tracheal Dimensions in children and adolescents.* Radiology 1982; 145: 361-4
7. 김 훈, 김병우. 성인의 기관 및 기관지의 X-선학적 연구. 가톨릭 대학논문집 1976; 29: 399-405
8. 이덕희, 오연희, 김 흥, 우성구, 서수지. 한국성인에서 전산화 단층촬영을 이용한 기관의 측정. 방사선학회지 1988; 24: 265-71
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: Effects of change in intraluminal pressure.* Radiology 1983; 149: 27-30
11. Butz RO. *Length and cross-section growth patterns in the human trachea.* Pediatrics 1968; 42: 336-41
12. Breatnach E, Abbott GC, Fraser RG. *Dimensions of the normal human trachea.* AJR 1984; 141: 903-6
13. Gibson GJ, Pride NB, O,cain C, Quagliato R. *Sex and age Differences in pulmonary mechanics in normal nonsmoking subjects.* J Appl Physial 1976; 41: 20-25
14. 김용휘, 김영기, 강순호, 김영대, 문병수 등. MRI를 이용한 한국 성인의 기관 측정에 관한 연구. 대한마취과학회지 1994; 26: 1111-9