

□ 원      저 □

## 비흡연 및 흡연 성년 한국인에서의 노력성호기곡선을 이용한 폐활량측정법 검사지표들의 추정상치 및 이에 대한 흡연의 효과

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실, 예방의학교실\*

조원경 · 김은옥 · 명승재 · 박승민  
고윤석 · 김우성 · 이무송\* · 김원동

= Abstract =

### Prediction Formulas of Pulmonary Function Parameters Derived from the Forced Expiratory Spirogram for Healthy Nonsmoking and Smoking Adults and Effect of Smoking on Pulmonary Function Parameters

Won Kyoung Cho, M.D., Eun Ok Kim, M.D., Seung Jae Myung, M.D.,  
Seung Min Kwak, M.D., Youn Suck Koh, M.D., Woo Sung Kim, M.D.,  
Moo Song Lee\*, M.D. and Won Dong Kim M.D.

Department of Medicine, Department of Preventive Medicine\*  
Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

**Background :** The past studies on prediction formulas of pulmonary function parameters in healthy nonsmoking Korean adults have been performed in relatively small number of subjects and the reported results were restricted on a few parameters. Also there was no systematic investigation into the effect of smoking on pulmonary function parameters in smokers who have no respiratory symptoms. Therefore we attempted to establish prediction formulas of pulmonary function parameters and examined the effect of smoking on pulmonary function parameters.

**Methods :** We analyzed the result of parameters derived from the forced expiratory spirogram in 1,067 nonsmoking subjects from June in 1990 to December in 1991. They consisted of 306 males and 761 females and had neither respiratory symptoms nor history of respiratory disease. We derived prediction formulas by multiple linear regression method from their age, heights, and weights in each sex. To examine the effect of smoking on pulmonary function parameters, we classified 383 smoking men into three groups according to the past amount of smoking as follows : i.e. group of smokers who have smoked below 10 pack-years, 10-20 pack-years and above 20 pack-years. Regarding each group of past smoking as an independent dummy variable, we analyzed pulmonary function parameters including nonsmoking men as a baseline by multiple linear regression. We evaluated the smoking effect on pulmonary function parameters according to estimated p-value.

## Result :

- 1) Prediction formulas for pulmonary function parameters in each sex were derived.
- 2) The past smoking less than 10 pack-years does not give any effect on pulmonary function parameters. The past smoking of 10~20 pack-years showed significant negative correlation with  $FEV_1/FVC$  and  $FEF_{25-75\%}$ , and the smoking above 20 pack years showed negative correlation with  $FEV_1$  and  $FEV_1/FVC$ .

**Conclusion :** We have got prediction formulas of pulmonary function parameters which is driven from forced expiratory spiogram in nonsmoking Korean adults by multiple linear regression from age, heights and weights of subjects.

The past smoking more than 10 pack-years showed negative correlation with some pulmonary function parameters of airflow obstruction

**Key Words :** Pulmonary function parameters, Smoking effect

## 서 론

노력성 호기곡선을 이용한 폐활량측정법은 임상적으로 널리 이용되고 있으나, 상기검사법의 추정정상치에 대한 국내 연구보고들은<sup>1~3)</sup>, 대상 환자수가 적거나 일부 검사지표들에 국한된 바 있다. 한편 흡연의 폐활량측정법 검사지표들에 미치는 영향에 대한 과거의 연구들은 만성호흡기증상이나 만성폐쇄성폐질환 등 흡연관련 호흡기질환 예를 제외시키지 않고 모두 포함하여 연구가 되어 왔으며, 일반적으로 흡연은 폐기능의 저하를 초래한다고 알려져 있으나 일부 연구자들은 흡연자군의 폐기능이 비흡연자군보다 우수하였음을 보고하는 등 비흡연자와 흡연자간의 폐기능의 차이에 대하여는 논란이 있어 왔다<sup>4)</sup>. 따라서 호흡기증상이나 호흡기질환력이 없는 대상군을 상대로 비흡연자와 흡연자 사이에 어떤 폐기능의 차이가 있는지에 대한 연구가 필요하다.

이에 저자들은 비흡연 성년 한국인에서 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치를 구하는 공식을 산출하고 호흡기 증상이 없는 흡연 남자 성인에서 흡연여부와 과거 흡연량이 폐활량측정법 검사지표에 어떤 영향을 미치는지 조사하여 보고하는 바이다.

## 대상 및 방법

1990년 6월부터 1991년 12월까지 서울중앙병원 중합

건강진단센터를 방문한 19,945명중 설문조사상 호흡곤란, 객담, 기침, 객혈등 호흡기 증상이 전혀없고 폐결핵, 천식, 기관지염, 기관지확장증등 호흡기 질환력이 없으며, 흉부방사선 촬영 소견상 폐결핵 잔흔등의 폐병변이 전무한 18세 이상의 성인 1,450명을 대상으로 하였다. 이중 비흡연 여자 761명, 비흡연 남자 306명을 대상으로 폐활량측정법 검사지표를 산출하기 위한 회귀방정식을 구하였고, 비흡연자와 흡연자에서 폐활량측정법 검사지표들의 차이를 알아보기 위해서 흡연 남자 383명을 과거 흡연량에 따라 10 pack-years 이상 84명, 10 pack-years 이상 그리고 20 pack-years 미만 191명, 20 pack-years 이상 108명의 세군으로 나누어 비흡연남자군과 비교하여 과거 흡연량에 따른 폐활량측정법 검사지표들의 차이를 비교하였다.

노력성호기곡선은 dry rolling seal 방식의 System 2130(Sensor Medics, U.S.A.)을 사용하여 미국흉부학회 기준<sup>5)</sup>에 의거하여 측정하였다. 요약하면, 피검자로 하여금 좌위에서 비압자를 착용하고 실내공기를 전폐용량까지 흡입시킨 뒤, 최대한 빠른 속도로 있는 힘을 다하여 잔기량 수준까지 호기하도록 하여 노력성 호기곡선을 기록 하였으며, 호기시간이 6초 이상되는 경우가 총 3회 되도록 시행하여 그중 노력성폐활량(FVC)과 1초간 노력성 호기량( $FEV_1$ )의 합이 가장 큰 검사치를 택하였다.

통계분석은 PC-SAS 6.04(SAS Institute Inc., U.S.A)를 이용하여, 비흡연자에서 피검자들의 연령, 신장 및

체중으로 부터 폐활량측정법 검사지표를 산출하기 위한 회귀방정식을 구하는 목적으로 각각의 독립변수들의 조합을 만들어 다중회귀 분석을 한 뒤 증상관계수가 가장 높은 공식을 최종적으로 택하였다. 흡연 정도에 따른 폐 기능의 차이는 가변수(dummy variable)를 이용한 통계 처리로 즉 흡연량에 따른 세 군을 각각의 독립된 가변수(dummy variable)로 처리하여 비흡연군을 포함시켜 다중회귀분석을 시행한 뒤 얻어진 각각의 p-value로 그 차이를 평가하였다.

## 결 과

피검자들의 평균연령은 비흡연남자에서 44.5±10.2세, 흡연남자에서 41.0±9.1세였고 평균신장은 각각 168.8±5.4, 169.8±13.5cm이며, 평균체중은 66.3±8.7, 66.5±10.1kg 였다. 비흡연 여자는 평균 연령 40.4±8.8세, 신장 159.9±4.6cm, 그리고 체중 55.1±7.3kg이었다(Table

1). 피검자들의 연령별 분포는 주로 30대와 40대에 집중되어 있었다(Table 2).

### 1. 비흡연 성년 한국인의 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치

비흡연 성년 한국인에서 피검자들의 연령, 신장 및 체중으로 부터 다중회귀분석을 통해 구한 추정정상치 산출공식은 남자의 경우 Table 3, 여자의 경우 Table 4와 같다. 남녀 모두에서 대부분의 검사지표가 연령과는 음의 상관관계를, 신장과는 양의 상관관계를 보였고, 일부 지표는 체중과도 상관관계를 보였으며, 특히 FEV<sub>1</sub>/FVC (%)의 경우 신장과는 상관관계를 보이지 않았고 체중과는 음의 상관관계를 보였다. 남자의 경우 최대호기유속(PEF)은 어느 변수와도 상관관계를 보이지 않아 추정정상치 산출공식을 구할 수 없었다.

Table 5는 본 연구에서 저자들에 의해 구해진 비흡연 남자의 FVC, FEV<sub>1</sub>의 추정정상치 산출공식을 Kory<sup>6)</sup>,

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

	Men		Women
	Non-smoker (n=306)	Smoker (n=383)	Non-smoker (n=761)
Age(years)	44.5±10.2* (18~71)**	41.0±9.1 (21~75)	40.4±8.8 (18~75)
Height(cm)	168.8±5.4 (152.4~182.9)	169.8±13.5 (154.9~187)	159.9±4.6 (142.2~175.2)
Weight(kg)	66.3±8.7 (39.9~90)	66.5±10.1 (44.9~93.9)	55.1±7.3 (38.1~83.8)

\* Mean ± SD \*\* ranges

Table 2. Age Distribution of Subjects

Age (years)	Men		Women
	Non-smoker	Smoker	Non-smoker
18~29	23	36	53
30~39	66	127	360
40~49	121	171	247
50~59	75	38	69
60~69	20	9	28
70~79	1	2	4
Total Number	306	383	761

Table 3. Prediction Formulas for Spirometric Parameters in Non-Smoking Men

	Constant	Regression Coefficients			R	P-value
		Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)		
FVC (L)	-5.787(1.15)*	-0.0140(0.004)	0.0641(0.007)	(-)	0.537	0.0001
FEV <sub>1</sub> (L)	-1.862(0.91)	-0.0248(0.003)	0.0393(0.005)	(-)	0.584	0.0001
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	106.1(2.48)	-0.2492(0.03)	(-)	-0.1810(0.03)	0.512	0.0001
FEF <sub>25-75%</sub> (L/Sec)	0.799(2.08)	-0.0524(0.006)	0.0450(0.013)	-0.0299(0.008)	0.515	0.0001
FEF <sub>25%</sub> (L/Sec)	-1.906(3.22)	-0.0342(0.009)	0.0682(0.02)	(-)	0.298	0.0001
FEF <sub>50%</sub> (L/Sec)	1.739(2.42)	-0.0470(0.007)	0.0399(0.02)	-0.0229(0.009)	0.413	0.0001
FEF <sub>75%</sub> (L/Sec)	-1.287(1.42)	-0.0394(0.004)	0.0405(0.009)	-0.0303(0.005)	0.581	0.0001
FEF(L/Sec)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.099	0.3847

(\*)\*: standard error of estimate (-): no correlation R: multiple correlation coefficient

Table 4. Prediction Formulas for Spirometric Parameters in Non-Smoking Women

	Constant	Regression Coefficients			R	P-value
		Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)		
FVC (L)	-2.859(0.62)*	-0.0142(0.002)	0.0385(0.004)	0.0120(0.003)	0.470	0.0001
FEV <sub>1</sub> (L)	-1.682(0.55)	-0.0216(0.002)	0.0343(0.003)	(-)	0.519	0.0001
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	107.8(1.57)	-0.2597(0.02)	(-)	-0.2102(0.03)	0.496	0.0001
FEF <sub>25~75%</sub> (L/Sec)	1.244(1.13)	-0.0464(0.004)	0.0316(0.007)	-0.0153(0.005)	0.476	0.0001
FEF <sub>25%</sub> (L/Sec)	-0.457(1.53)	-0.0220(0.005)	0.0455(0.009)	(-)	0.247	0.0001
FEF <sub>50%</sub> (L/Sec)	1.876(1.19)	-0.0414(0.004)	0.0246(0.007)	(-)	0.383	0.0001
FEF <sub>75%</sub> (L/Sec)	0.719(0.83)	-0.0339(0.003)	0.0240(0.005)	-0.0258(0.004)	0.522	0.0001
FEF(L/Sec)	-1.550(1.47)	-0.0231(0.005)	0.0510(0.009)	0.0132(0.006)	0.295	0.0001

( ) \* : standard error of estimate (-) : no correlation R : multiple correlation coefficient

Table 5. Comparison of Predicted Values from Various Studies in Men using Mean Age and Height of This Study

Investigators	Prediction formula (liter)	Predicted Value (liter)
Kory (1961)	VC=0.052 H -0.022A-3.60	4.19
Morris(1971)	FVC=0.15 HI-0.025A -4.24	4.48
Knudson(1976)	FVC=0.065 H-0.029A -5.46	4.22
Lee (1980)	VC=0.052 H-0.009A-4.16	4.26
Present study	FVC=0.064 H-0.014A -5.79	4.41
Kory(1961)	FEV <sub>1</sub> =0.037 H-0.028A-1.59	3.41
Morris(1971)	FEV <sub>1</sub> =0.092 HI-0.032A-1.26	3.43
Knudson(1976)	FEV <sub>1</sub> =0.052 H-0.027A-4.20	3.37
Present study	FEV <sub>1</sub> =0.039 H-0.025A-1.86	3.67

H : Height(cm) H<sub>I</sub> : Height(inch) A : Age (years)

Predicted value : Value that were calculated by substitution into the formulas of various studies of mean values of height, age and weight from present study.

Morris<sup>7)</sup>, Knudson 등<sup>8)</sup>에 의해 발표된 공식과 국내의 이동<sup>2)</sup>에 의해 발표된 공식을 비교한 표로서 본연구의 피검자들의 평균 신장인 168.8cm와 평균연령인 44.5세를 각 공식에 대입하여 구한 추정치를 비교해 보면 서양인에서 구해진 추정정상치가 Morris의 공식을 제외하고는 본 연구에서 구해진 공식에 의한 추정치보다 낮게 나왔다. 여자의 경우도 Table 6에서 같은 결과를 보여주고 있다.

Table 6. Comparison of Predicted Values from Various Studies in Women using Mean age and Height of this Study

Investigators	Prediction formula (liter)	Predicted Value (liter)
	FVC=0.041 H-0.018A-2.69	
Kory (1961)	FVC=0.11 HI-0.24A-2.85	3.05
Morris(1971)	FVC=0.037 H-0.022A-1.77	3.33
Knudson(1976)	FVC=0.030 H-0.0036A-1.40	3.18
Lee (1980)	FVC=0.0385	3.14
Present study	H+0.012W-0.014A-2.86	3.31
Kory(1961)	FEV <sub>1</sub> =0.028 H-0.021A-0.87	2.70
Morris(1971)	FEV <sub>1</sub> =0.089 HI-0.025A-1.93	2.59
Knudson(1976)	FEV <sub>1</sub> =0.027 H-0.021A-0.79	2.62
Present study	FEV <sub>1</sub> =0.034 H-0.022A-1.68	2.86

H : Height(cm) H<sub>I</sub> : Height(inch) A : Age(years)

W : Weight(kg)

Predicted value : Value that were calculated by substitution into the formulas of various studies of mean values of height, age and weight from present study.

Table 7. Effect of Smoking on Pulmonary Function Parameters according to Amount of Past Smoking \*

	<10	10~20	≥20
	pack-year	pack-year	pack year
FVC	0.376	0.623	0.34
FEV <sub>1</sub>	0.418	0.120	0.024
FEV <sub>1</sub> /FVC	0.328	0.003	0.003
FEF <sub>25~75%</sub>	0.778	0.029	0.053

\*. p - value

## 2. 폐활량측정법 검사지표들에 대한 흡연의 영향

호흡기 증상이 없는 흡연자군에서 과거 흡연량에 따라 비흡연자에 비하여 폐활량측정법 검사지표들에 어떠한 차이가 있는지 조사해 본 결과 Table 7과 같이 10 pack-years 미만의 흡연은 차이가 없었고, 10~20 pack-years의 흡연은 FVC와 FEV<sub>1</sub>을 제외한 FEV<sub>1</sub>/FVC, 노력성호기중간유속(FEF<sub>25~75%</sub>), 노력성호기25%에서의 유속(FEF<sub>25%</sub>) 및 노력성호기75%에서의 유속(FEF<sub>75%</sub>)에 차이를 보였으며, 20 pack-years 이상의 흡연은 FEV<sub>1</sub>/FVC뿐만 아니라 FEV<sub>1</sub>에도 차이를 보였다.

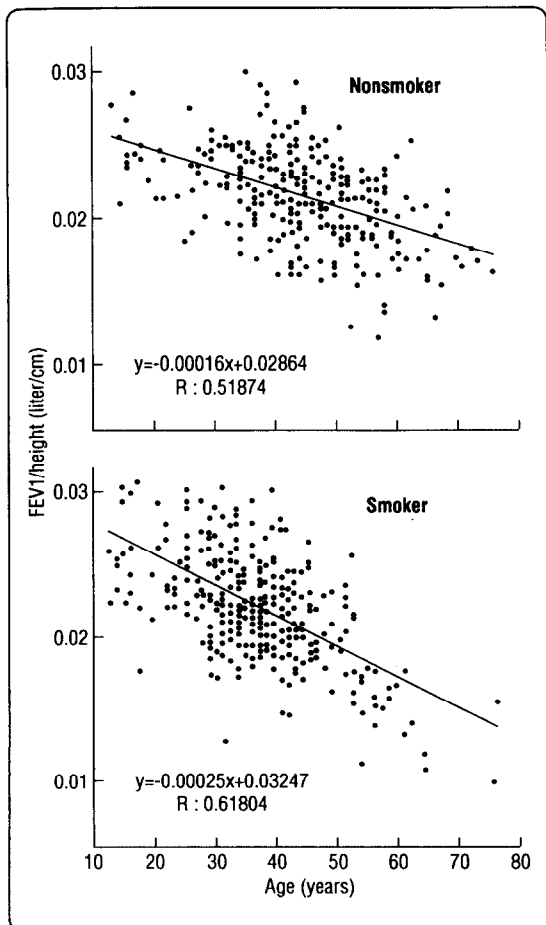


Fig. 1. Effect of aging on FEV<sub>1</sub>/height in nonsmokers and smokers R : Multiple correlation coefficient

Fig. 1은 FEV<sub>1</sub>을 신장으로 나누어 신장의 영향을 보정한 뒤 흡연군과 비흡연군에서 연령증가에 따른 FEV<sub>1</sub>의 감소정도를 비교한 것으로 흡연군에서의 감소율이 더 급격함을 보여주고 있다. 단변수 회귀분석을 통해 얻어진 각 그래프의 p-value는 0.0001로 유의하였고, 두 군의 감소율의 차이는 FEV<sub>1</sub>을 신장으로 나누어 보정한 값을 독립변수로, 연령, 흡연여부, 그리고 연령과 흡연여부를 곱한 값 세가지를 종속변수로 하여 다중회귀분석을 한 결과 p-value가 0.0001로 유의하였다.

## 고 찰

1948년 Tiffeneau<sup>9)</sup>에 의해서 제안되어 Gaensler<sup>10)</sup>에 의해 보급되기 시작한 노력성폐활량 측정법은 시행방법이 비교적 용이하며 정확한 방법으로 재현성도 높아서 임상적으로 폐기능평가에 널리 이용되고 있는 검사중의 하나다. 폐활량은 피검자의 성별, 연령 및 신체적 조건을 비롯하여 인종 및 지역 등에 의해서도 영향을 받는 등 변이성이 커서 같은 환자에서의 변화를 추적하는 경우가 아니라면 반드시 건강인에서 구해진 추정정상치와 비교해 보는 것이 통례로 되어있다<sup>11~13)</sup>. 그러므로 폐활량을 비롯하여 여러 폐활량 측정법 검사지표들의 추정정상치를 산출하기 위한 공식을 구하려는 많은 연구들이 있어왔다<sup>6~8)</sup>.

현재까지는 폐활량과 신장 및 연령과의 상관관계가 가장 높은 것으로 인정되고 있고 현재 많이 이용되고 있는 공식들도 이들 두개의 변수로 이루어진 것들이 대부분이다. 그러나 Pearbody<sup>14)</sup>는 체표면적과 폐활량이 가장 상관관계가 높다고 하였으며, Anthony<sup>15)</sup>는 기초대사율, Lundsgaard<sup>16)</sup>는 흉곽용량, Bateman<sup>17)</sup>과 Hepper 등<sup>18)</sup>은 인체가 3차원적 구조로 되어있으므로 신장의 세 제곱한 값과 가장 관계가 높다고 주장한 바 있다. 한편 체중은 신장과 비교시 단기간내에 가변적이므로 폐활량 추정정상치의 산출에 사용하기에는 좋은 변수가 될 수 없다고 지적된 바 있다<sup>6)</sup>. 그러나 이러한 사실들은 서양인을 대상으로 한 연구조사에서 체중을 변수로서 포함한 중상관계수보다 체중을 제외한 중상관계수가 높았던 보고에 근거한 것이고, 한국인의 경우 조 등<sup>1)</sup>이 발표한 결과에 의하면 폐활량 측정법 검사지표가 연령 및 체중

과의 중상관계가 가장 좋았음이 보고된 바 있다. 따라서 본연구에서는 연령과 신장 외에도 체중을 포함한 중상관계수를 구한 결과, 남자의 FVC와 FEV<sub>1</sub> 및 여자의 FEV<sub>1</sub>은 연령과 신장만을 변수로 했을때 가장 중상관계수가 높았으나, 여자의 FVC는 신장, 연령 및 체중을 변수로 하는 것이 중상관계수가 높았다. 또한 남녀의 FEV<sub>1</sub>/FVC는 신장을 제외한 연령 및 체중의 변수로 구하였을때 중상관계수가 가장 높았다. FEV<sub>1</sub>/FVC의 경우에는 각 변수를 이용하여 별도 추정정상치 공식을 구하는 방법도 있지만, FVC와 FEV<sub>1</sub>의 추정정상치를 따로 구하여 대입한 결과로 그 비의 추정정상치를 구하는 방법도 있다.

본연구에서 구한 추정정상치 산출공식과 서양인에서 구해진 공식에 본 연구 대상군의 평균연령과 신장을 대입하여 비교를 시도해 본 결과 Morris의 공식을 제외하고는 모든 서양인을 대상으로한 추정정상치가 본 연구의 한국인 추정정상치 보다 낮았다. 일반적으로 백인에서 구해진 상관계수를 타인종에 적용시 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 추정정상치를 상향평가하여 실제보다 측정치의 추정치에 대한 백분율이 낮게 평가된다고 알려져 있다<sup>12,19)</sup>.

Yang 등이 백인, 중국인 그리고 인도인의 폐기능을 비교한 결과에 의하면 10세경에 이미 백인의 FVC와 FEV<sub>1</sub>이 높으므로 이러한 폐기능의 차이가 유년시대에 시작되는 것으로 보고한 바 있다<sup>2)</sup>. 또한 각 인종간에 FVC, FEV<sub>1</sub> 및 총폐용량(TLC)은 차이가 있으나 잔기량(RV), FEV<sub>1</sub>/FVC 및 PEF는 차이가 없어서, 상기 폐기능의 차이가 기도 혹은 폐포크기의 차이에 기인하는 것으로 추론한 바 있다<sup>12)</sup>. 그러나 한국인의 경우 과거와 비교하여 신장 및 체중이 증가하고 있고 이는 폐의 양적 변화 내지는 흉곽모양 혹은 신장에 대한 흉곽둘레의 변화등을 초래할 수 있다는 점에서 과거의 백인과 중국인을 비교한 연구결과를 한국인에 그대로 적용할 수는 없다고 사료된다. 또한 환경 및 사회경제적 상태의 영향도 있으리라 추측되는 바, 본 연구에서는 본원 건강진단센터를 방문한 환자들을 대상으로 하였기 때문에 생활수준이 높은 중류 이상의 한국인이므로 한국인 평균보다 높을 가능성이 있어 한국인 전체를 대표하는 결과를 얻은 것은 아니라고 생각되며 향후 무작위 선출된 대상에서 각종 체격 지표 및 폐활량 측정법검사를 추시해

볼 필요가 있겠다. 즉, 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치를 구함에 있어 서양인에서 구해진 공식을 한국인에게 그대로 적용할 경우 실제 평가와 차이가 있을 수 있으므로 한국인에서의 정확한 추정정상치 산출공식을 구하여 적용하는 것이 바람직 하겠다.

흡연이 만성호흡기질환의 발병과 매우 밀접한 관련이 있다는 것은 널리 알려진 사실이다<sup>20,21)</sup>. Pemberton등<sup>22)</sup>은 비결핵성 만성호흡기질환의 유병률이 흡연자에서 6배정도 높다고 주장하였으며, 최근 미국 암학회(American Cancer Society)는 연령의 영향을 보정했을 때 만성폐쇄성폐질환으로 인한 사망률이 흡연자에서 비흡연자에서 보다 10배정도 높다고 보고하였다<sup>23)</sup>. 또한 Anderson 등<sup>24)</sup>은 8 pack-years 이상의 흡연시 만성폐쇄성폐질환과 만성기관지염의 빈도가 2배로 증가한다고 하였다. 흡연은 기관지 섬모운동의 장애를 가져오며, 점액 분비선의 증식과 폐 대식세포의 기능을 억제하고, 정상기관지를 덮고 있는 가중층 섬모원주상피(Pseudostratified ciliated columnar epithelium)의 편평상피성 이형성(Squamous metaplasia)으로의 조직학적 변화를 야기한다. 그 밖에도 기관지 과민반응을 유발하고, 흡연시 폐내에서 생성되는 산화물질은 항단백분해 효소를 억제하고 다형핵백혈구로부터 단백분해 효소를 분비하도록 하여 기도 평활근 수축과 폐실질의 파괴, 기도폐쇄를 일으켜 만성폐쇄성폐질환의 발병에 직접적인 원인이 된다<sup>23~27)</sup>.

흡연은 따라서 폐기능검사 결과에도 영향을 주어 주로 기도폐쇄와 관련된 폐기능검사지표 즉 FEV<sub>1</sub>을 포함하여 노력성중간호기유속도의 감소를 가져오며, 잔기량의 증가, 폐활량의 감소, 폐활산능(DLco)의 감소등을 야기하며 호흡기증상이 전혀없는 흡연자에서도 이러한 변화가 관찰될 수 있음이 다수 보고된 바 있다<sup>28~31)</sup>. 반면 다른 보고에서는 흡연자군의 폐활량측정법 검사지표 즉 FVC와 FEV<sub>1</sub>이 비흡연자군에서 보다 높게 측정되었다고 하며 이는 주로 40세 이전의 대상군에서 이런 현상이 뚜렷했고 그 이유로는 대상 흡연자군이 대상 비흡연자군에 비해 신체적 조건 특히 신장에 대한 흉곽용량이 우수하였기 때문일 것이라고 주장한 바 있다. 그러나 이들 보고에서도 연령증가에 따라 흡연량이 증가함에 따라 폐기능 검사지표들의 감소율은 비흡연자군에

비해 역시 급격하였다<sup>4)</sup>.

흡연자에서 폐기능의 감소 정도는 흡연기간과 흡연량에 따라 차이가 있으며 흡연을 중단함으로써 상당히 좋아질 수 있는 것으로 알려져 있다<sup>32~34)</sup>. Dockery 등<sup>34)</sup>은 남자 흡연자에서 FEV<sub>1</sub>이 7.4 ml/pack-year, 여자 흡연자의 경우 4.4 ml/pack-year의 감소가 관찰되었다고 보고하였으며, 총 흡연량이 비슷한 경우에도 과거에 흡연을 중단한 군에서 현재 흡연자군보다 폐기능지표들이 더 높게 나타났으며, 이는 흡연이 폐기능에 대해 흡연량과 관련된 만성효과 외에도 가역적인 급성효과도 나타냄을 암시한다.

본 연구의 Fig. 1 역시 신장의 영향을 보정한 FEV<sub>1</sub> 값의 연령에 따른 감소율이 흡연군에서 더욱 급격함을 보여주고 있다. 과거 몇몇 연구를 통해 폐기능 검사지표들에 대한 신장의 영향을 보정하기 위해서는 FEV<sub>1</sub>/(신장)<sup>2</sup> 등이 제시된 바<sup>35,36)</sup>, 본 연구에서는 연령과 FEV<sub>1</sub>/(신장)<sup>2</sup>의 중상관계수는 0.30, 연령과 FEV<sub>1</sub>/(신장)의 중상 관계수는 0.49여서, 후자의 중상관계수를 제시하였다. 한편 Tager 등<sup>37)</sup>은 20~40세간 연령에 대한 FEV<sub>1</sub>/(신장)<sup>2</sup>이 평탄부(plateau)를 보이는 바, FEV<sub>1</sub>/(신장)<sup>2</sup>의 감소가 흡연자군에서 비흡연자군보다 조기에 시작되고 그 감소율은 비슷하므로, 흡연의 영향이 연령에 따른 FEV<sub>1</sub> 감소의 시작을 촉진시키는 역할을 하는 것으로 보고한 바 있다. 본연구에서는 대상환자가 30~50세간에 밀집하여 상기 분석방법을 시도하지는 않았으나, 흡연의 영향이 폐활량 감소율을 크게 하는지 혹은 폐활량 감소의 시기를 촉진시키는지에 대해서는 향후 추사가 필요하다고 사료된다. 흡연량에 따라 3개군으로 분류하여 폐기능 검사지표들에 대한 영향을 조사한 결과 Table 7에서 처럼 10 pack-years 미만의 흡연 및 10~20 pack-years의 흡연은 FVC 및 FEV<sub>1</sub>에 영향이 없었는데, 이는 Abraham 등<sup>38)</sup>이 20 pack-years 미만의 흡연은 폐기능 검사지표에 유의한 영향을 미치지 않았다는 보고와 유사한 결과이다. 그러나 본 연구에서 호흡기 증상 및 질환력이 전무한 20 pack-years 이상의 흡연자군에서 FEV<sub>1</sub>과 FEV<sub>1</sub>/FVC에 분명한 영향을 보였다.

결론적으로 폐활량추정정상치의 산출공식을 본원 방문 건강인을 대상으로 구하였고 백인에서 유도된 산출 공식보다 높은 수치를 보여서 더 많은 수의 무작위 추출

대상자에서 국내자료에 의한 폐활량추정 정상치 산출공식을 구하는 것이 필요함이 제기되었으며 흡연은 호흡기 증상 및 질환력이 없는 흡연자군에서도 10~20 pack-years의 경우 FEV<sub>1</sub>/FVC, 20 pack-years이상의 경우는 FEV<sub>1</sub> 및 FEV<sub>1</sub>/FVC에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## 요 약

**연구 배경 :** 국내의 비흡연 성인에서의 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치에 대한 연구는 대상수가 적거나 일부 검사지표들에 국한되어 보고되었고, 만성호흡기 증상이 없는 흡연자에서 흡연이 폐활량측정법 검사지표들에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 체계적인 연구는 없었다.

이에 저자들은 비흡연 성인 한국인에서 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치 산출공식을 구하고 호흡기 증상이 없는 흡연 남자 성인에서 과거 흡연량이 폐활량측정법 검사지표에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

**방법 :** 1990년 6월부터 1991년 12월까지 서울중앙병원 종합건강진단센터를 방문한 19,945명중, 호흡기 증상 및 호흡기질환력이 없고 흉부방사선 촬영소견이 정상인 18세 이상의 비흡연 여자 763명, 비흡연남자 308명과 흡연남자 353명을 대상으로 노력성 호기곡선을 이용한 폐활량측정법검사를 실시하였다. 폐활량측정법은 dry rolling seal 방식의 System 2130(Sensor Medics, USA)을 이용하여 미국 흉부학회 기준에 의거하여 실시하였으며, 성별에 따라 피검자의 연령, 신장 및 체중으로부터 다중회귀분석을 통해 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치 산출공식을 구하였고, 흡연의 영향은 흡연량에 따라 10 pack-years 이상 84명, 10~20 pack-years 191명, 20 pack-years이상 108명 세군으로 나누어 각각을 가변수(dummy variable)로 처리한 후, 비흡연 남자군을 포함하여 다중회귀분석을 하여 p-value로써 평가하였다.

## 결과 :

1) 주요 폐활량측정법 검사지표들의 연령, 신장 및 체중으로부터 구한 추정정상치 산출 공식은 Table 8, 9와 같다.

Table 8. Male Non-Smoker(n=308)

	Constant	Regression Coefficients			R	P-value
		Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)		
FVC (L)	-5.787	-0.0140	0.0641	(-)	0.537	0.0001
FEV <sub>1</sub> (L)	-1.862	-0.0248	0.0393	(-)	0.584	0.0001
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	106.1	-0.2492	(-)	-0.1810	0.512	0.0001
FEF <sub>25~75%</sub> (L/Sec)	0.799	-0.0524	0.0450	-0.0299	0.515	0.0001
FEF(L/Sec)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.099	0.3847

(-) : no correlation R : multiple correlation coefficient

Table 9. Female Non-Smoker(n=764)

	Constant	Regression Coefficients			R	P-value
		Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)		
FVC (L)	-2.859	-0.0142	0.0385	0.0120	0.470	0.0001
FEV <sub>1</sub> (L)	-1.682	-0.0216	0.0343	(-)	0.519	0.0001
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	107.8	-0.2597	(-)	-0.2102	0.496	0.0001
FEF <sub>25~75%</sub> (L/Sec)	1.244	-0.0464	0.0316	-0.0153	0.476	0.0001
FEF(L/Sec)	-1.550	-0.0231	0.0510	0.0132	0.295	0.0001

(-) : no correlation R : multiple correlation coefficient

2) 폐활량측정법 검사지표들에 대한 흡연의 영향을 흡연남성군의 과거 흡연량에 따라 조사한 결과 10 pack-years 미만의 흡연은 영향이 없었고, 10~20 pack-years는 FEV<sub>1</sub>/FVC와 FEF<sub>25~75%</sub>에, 20 pack-years 이상의 흡연은 FEV<sub>1</sub>과 FEV<sub>1</sub>/FVC에 대해 유의한 역상관관계를 보였다.

#### 결론 :

1) 비흡연 성인 한국인에서 피검자들의 연령, 신장 및 체중으로부터 노력성호기곡선을 이용한 폐활량측정법 검사지표들의 추정정상치를 산출하는 회귀방정식을 구하였다.

2) 남녀 모두 연령과는 역상관관계를, 신장과는 정상관관계를 보였고 체중과도 상관관계를 보이는 검사지표도 있었으며, 특히 FEV<sub>1</sub>/FVC(%)는 신장과는 상관관계를 보이지 않았으며 체중과 역상관관계를 보였다.

3) 본 연구에서 산출한 회귀방정식에 본대상군의 평균연령과 신장을 대입한 FVC 및 FEV<sub>1</sub>의 추정정상치가 서양인에서의 공식에 대입한 경우보다 높은 수치를 보였다.

4) 폐활량측정법 검사지표에 대한 흡연의 영향을 무

증상흡연 남성군의 흡연력에 따라 분류조사한 결과 10 pack-year 미만의 흡연은 영향이 없었고, 10~20 pack-year의 흡연은 FEV<sub>1</sub>/FVC 및 FEF<sub>25~75%</sub>, FEF<sub>25%</sub>, FEF<sub>75%</sub>에 대해, 20 pack-year 이상의 흡연은 FEV<sub>1</sub> 및 FEV<sub>1</sub>/FVC에 대해 유의한 역상관관계를 보였다.

5) 신장의 영향을 보정한 FEV<sub>1</sub>(FEV<sub>1</sub>/height)은 남성 흡연군에서 연령에 따른 상기지표의 감소율이 남성 비흡연군보다 유의하게 높았다(P=0.0001)

#### REFERENCES

- 1) 조동규, 박희명: 환기역학검사의 추정정상치에 관한 연구, 노력성호기곡선의 분석을 중심으로. 대한내과학회잡지 23:715, 1980
- 2) 이병수, 김중구, 권영, 정태훈, 이장백, 박희명: 비흡연 성인 폐활량의 추정정상치. 대한내과학회잡지 23:284, 1980
- 3) 전재훈, 전재은, 이장백, 박희명: 환기역학검사의 추정정상치에 대한 관한 연구.-최대 호기 유량곡선의 분석을 중심으로-대한 의학협회지 23:985,



1980

- 4) BG Ferris Jr, DO Anderson, R Zickmantel: Prediction values for screening tests of pulmonary function. *Am Rev Resp Dis* **91**:252, 1965
- 5) ATS : Standardization of spirometry-1987 update. *Am Rev Resp Dis* **136**:1285, 1987
- 6) Kory RC, Callahan R, Boren HG, Syner JC: The Veterans Administration-Army Cooperative Study of Pulmonary Function I, Clinical spirometry in normal men. *Amer J Med* **30**:243, 1961
- 7) Morris JF, Koski A, Johnson LC: Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Resp Dis* **103**:57, 1971
- 8) Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz M, Burrows B: The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. *Am Rev Resp Dis* **113**:587, 1976
- 9) Tiffeneau R, Pinelli A: Regulation bronchique de la ventilation pulmonaire. *J Franc Med Etchir Thorac* **2**:221, 1948(Quoted by Kory<sup>5)</sup>)
- 10) Gaensler EA: Analysis of ventilatory defect by timed capacity measurements. *Am Rev Tuberc* **64**:256, 1961
- 11) Hruby J, Butler J: Variability of routine pulmonary function tests. *Thorax* **30**:548, 1975
- 12) Yang T-S, Peat J, Keena V, Donnelly P, Unger W, Woolcock A: A review of the racial differences in the lung function of normal Caucasian, Chinese and Indian subjects. *Eur Resp J* **4**:872, 1991
- 13) Woolcock AJ, Colman MH, Blackburn CRB: Factors affecting normal values for ventilatory lung function. *Am Rev Resp Dis* **106**:692, 1972
- 14) Pearbody FW, Wentworth JA : Clinical studies of the respiration. *Arch Int Med* **20**:443, 1917
- 15) Anthony AJ: Untersuchungen uber Lungenvolumina and Lungenventilation. *Deut Arch Klin Med* **167**:129, 1930(Quoted by Lee<sup>2)</sup>)
- 16) Lundsgaard C, Van Slyke DD: Relation between the thorax size and lung volume in normal adults. *J Exper Med* **27**:65, 1918
- 17) Beteman JB: Studies of lung capacities and intrapulmonary mixing : Normal lung capacities. *J Appl Physiol* **3**:133, 1950
- 18) Hepper NGG, Fowler WS, Helmholtz HF: Relationship of height to lung volume in healthy men. *Dis Chest* **37**:314, 1960
- 19) Marcus EB, Maclean CJ, Curb JD, Johnson LR, Vollmer WM, Buist AS: Reference values for FEV<sub>1</sub> in Japanese-American men 45 to 68 years of age. *Am Rev Resp Dis* **138**:1393, 1988
- 20) Lowell FC, Franklin W, Michelson AL: Chronic obstructive pulmonary emphysema : A disease of smokers. *Ann Intern Med* **45**:268, 1956
- 21) Flick AL, Paton RR : Obstructive emphysema in cigarette smokers. *Arch Intern Med* **104**:518, 1959
- 22) Pemberton J, MacLeod KIE : Rural health survey of men over forty. *Public Health Rep* **71**:1213, 1956
- 23) US department of health and human services ; The health benefits of smoking cessation. US department of health and human services, public health service, centers for disease control, center for chronic disease prevention and health promotion, office on smoking and health. DHHS publication. NO CCDC, **90**:8416, 1990
- 24) Anderson DO, Ferris BG Jr: Role of tobacco smoking in the causation of chronic respiratory disease. *New Engl J Med* **267**:787, 1962
- 25) Hilding AC: Cigarette smoking, bronchial carcinoma and ciliary action. *New Engl J Med* **254**:1155, 1956
- 26) Green GM, Carolin D : The depressant effect of cigarette smoke on the in vitro antibacterial activity of alveolar macrophages. *New Engl J Med* **276**:421, 1967
- 27) CB Sherman: The health consequences of

- cigarette smoking pulmonary disease. Medical clinics North America **76**:355, 1992
- 28) Goldsmith JR : Epidemiology of bronchitis and emphysema : Clinical and environmental studies. Med Thorac **22**:1, 1965
  - 29) Wilhelmsen L, Tibblin G : Tobacco smoking in fifty-year-old men : Respiratory symptoms and ventilatory function tests. Scand J Resp Dis **47**:121, 1966
  - 30) 최인선 외 : 흡연자에 있어 폐확산능에 관한 연구. 대한내과학회잡지 **28**:8, 1985
  - 31) AS Kuperman, JB Riker : The variable effect of smoking on pulmonary function. Chest **63**:655, 1973
  - 32) Bode FR, Dosman J, Martin RR, Macklem PT : Reversibility of pulmonary function abnormalities in smokers. Am J Med **59**:43, 1975
  - 33) Buist AS, Sexton GY, Nagy JM, Ross BB : The effect of smoking cessation and modification on lung function. Am Rev Resp Dis **114**:115, 1976
  - 34) DW Dockery, FE Speizer, BG Ferris Jr, JH Ware, TA Louis, A Spiro III : Cumulative and reversible effects of lifetime smoking on simple tests of lung function in adults. Am Rev Resp Dis **137**:286, 1988
  - 35) Schrader PC, Quanjer PH, Van Zomeren BC, Wise ME : Changes in the FEV1-height relationship during pubertal growth. Bull Eur Physio-pathol Respir. **20**:381, 1984
  - 36) Cole TJ : Linear and proportional regression models in the prediction of ventilatory function. J R Statis Soc(A). **138**:297, 1975
  - 37) Tager IRA B, Cegal MR, Speizer FE, Weiss ST: The natural history of forced expiratory volumes. Effect of cigarette smoking and respiratory symptoms. Am Rev Resp Dis **138**:837, 1988
  - 38) Abraham S, Kuperman MD and Jeffrey B, Riker MD: The variable effect of smoking on pulmonary function. Chest **63**:655, 1973
-