

# 폐활량측정법의 새로운 정상예측식이 폐활량측정법 장애 양상 및 질병 중증도 해석에 미치는 영향

울산대학교 의과대학 서울아산병원 호흡기내과, 만성기도폐쇄성질환 임상연구센터, 연세대학교 의과대학 내과학교실<sup>1</sup>  
오연목, 홍상범, 심태선, 임채만, 고윤석, 김우성, 김동순, 김원동, 김영삼<sup>1</sup>, 이상도

## Effect of a New Spirometric Reference Equation on the Interpretation of Spirometric Patterns and Disease Severity

Yeon-Mok Oh, M.D., Sang-Bum Hong, M.D., Tae Sun Shim, M.D., Chae-Man Lim, M.D., Younsuck Koh, M.D., Woo Sung Kim, M.D., Dong-Soon Kim, M.D., Won Dong Kim, M.D., Young Sam Kim, M.D.<sup>1</sup>, Sang Do Lee, M.D.

Department of Internal Medicine and Clinical Research Center for Chronic Obstructive Airway Diseases, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea <sup>1</sup>Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background** : A spirometric reference equation was recently developed for the general population in Korea. The applicability of the new Korean equation to clinical practice was examined by comparing it with the Morris equation, which is one of the most popular reference equations used for interpreting the spirometric patterns and for grading the disease severity in Korea.

**Methods** : Spirometry was performed on 926 men and 694 women, aged 20 years or older, in November 2004 at the Asan Medical Center, Seoul, Korea. The subjects' age, gender, height, weight, and spirometric values (FEV<sub>1</sub> [forced expiratory volume in one second], FVC [forced vital capacity], and FEV<sub>1</sub>/FVC) were obtained. The spirometric patterns and disease severity were evaluated using both equations, and the results of the Korean equation were compared with the Morris equation. The spirometric patterns were defined as normal, restrictive, obstructive, and undetermined according to the level of FEV<sub>1</sub>/FVC and FVC. The disease severity was defined according to the level of FEV<sub>1</sub> level for subjects with an airflow limitation, and according to the FVC level for those subjects without an airflow limitation.

**Results** : Spirometric patterns were differently interpreted in 22.5% (208/926) of the men and 24.8% (172/694) of the women after the application of the Korean equation compared with the Morris equation. Of the subjects with airflow limitation, disease severity was differently graded in 30.2% (114/378) of the men and 39.4% (37/94) of the women after the application of the Korean equation. Of the subjects without airflow limitation, disease severity was differently graded in 27.9% (153/548) of the men and 30.2% (181/600) of the women after the application of the Korean equation.

**Conclusion** : A change in the reference equation for spirometry could have an effect on the interpretation of spirometric patterns and on the grading of disease severity.

(*Tuberc Respir Dis* 2006; 60: 215-220)

**Key words** : Spirometry; reference equation; interpretation.

### 서 론

폐활량측정법(spirometry)은 호흡기 질병을 평가하는데 중요한 진단적 검사 중 하나이다<sup>1</sup>. 폐활량측정

법으로 질병을 확정적으로 정확히 진단할 수 있는 것은 아니지만 폐쇄성 질환인지 아니면 제한성 질환인지 감별해 낼 수 있고 질병의 중증도를 평가하는데 도움을 줄 수 있다. 폐활량측정법 결과를 해석하고 질병 중증도를 평가하려면 정상인을 대상으로 한 폐활량측정법의 정상예측식이 필요하다<sup>2</sup>. 폐활량측정법의 정상예측식은 여러 나라에서 개발되어 사용하고 있으며 사용하는 정상예측식이 달라지면 그에 따라 폐활량측정법 결과를 해석하는 것과 질병의 중증도를 평가하는 것이 달라질 수 있다. 하지만, 정상예측식이 달라지면 그에 따라 폐활량측정법 결과를 해석하는 것과

Address for correspondence : **Sang Do Lee, M.D.**  
Division of Pulmonary and Critical Care Medicine,  
Department of Internal Medicine and Clinical Research  
Center for Chronic Obstructive Airway Diseases, Asan  
Medical Center, University of Ulsan College of Medicine,  
388-1 Pungnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, South Korea  
Phone : 02-3010-3140 Fax : 02-3010-6968  
E-mail : sdlee@amc.seoul.kr  
Received : Jan. 2. 2006  
Accepted : Feb. 2. 2006

질병의 중증도를 평가하는 것이 실제 환자를 진료할 때 얼마나 영향을 주는지 정량적으로 평가한 연구는 아직 없는 것 같다.

최근 우리나라의 전체 인구 집단을 대상으로 폐활량측정법 정상예측식이 개발되었다<sup>3</sup>. 우리의 정상예측식이 개발되기 전까지는 다른 나라의 정상예측식을 차용하여 사용하고 있었으며 그 중 많이 사용하던 정상예측식은 Morris 예측식으로서 미국인을 대상으로 개발한 정상예측식이다<sup>4</sup>. 이제 한국인의 정상예측식을 실제 환자 진료에 적용하기 전에 정상예측식이 Morris 예측식에서 한국인 정상예측식으로 바뀌어 사용함으로써 폐활량측정법 해석 결과가 어떻게 달라지는지 그리고 질병의 중증도 평가가 어떻게 달라지는지 알아보하고자 본 연구를 구상하게 되었다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

20세 이상 성인 중 서울아산병원의 호흡기검사실에서 2004년도 11월 한 달간 폐활량측정법을 시행한 남자 926명과 여자 694명을 대상으로 하였다. 이 대상 환자들이 폐활량측정법을 시행하게 된 주요 이유는 호흡기 질환을 평가하거나 아니면 수술 전 폐기능을 평가하기 위해서였다.

### 2. 방법

#### 1) 폐활량측정법

폐활량측정기 (Vmax22 or 2130, SensorMedics, 미국)를 사용하여 1초간노력성호기량 (forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>), 노력성폐활량 (forced vital capacity, FVC), 그리고 FEV<sub>1</sub>/FVC를 구하였다. 폐활량측정법은 미국흉부학회에서 권장하는 방법으로 시행하였다<sup>5</sup>. 폐활량측정법 정상예측식으로 Morris식과 한국인 정상예측식을 사용하여 비교하였다 (Table 1)<sup>3,4</sup>.

#### 2) 폐활량측정법 장애양상 및 질병 중증도 정의

정상 폐활량측정법은 FEV<sub>1</sub>/FVC ≥0.7 그리고 FVC ≥80% 예측치로 정의하였다. 제한성 장애 (restrictive pattern)는 FEV<sub>1</sub>/FVC ≥0.7 그리고 FVC <80% 예측치로 정의하였다. 폐쇄성 장애 (obstructive pattern)는 FEV<sub>1</sub>/FVC <0.7 그리고 FVC ≥80% 예측치로 정의하였다. 양상 미정 (undetermined pattern) 은 FEV<sub>1</sub>/FVC <0.7 그리고 FVC <80% 예측치로 정의하였다.

대상 환자가 기류폐쇄가 있는 경우 (FEV<sub>1</sub>/FVC <0.7), 질병의 중증도를 FEV<sub>1</sub> (% 예측치) “≥80%”, “<80% 그리고 ≥50%”, “<50% 그리고 ≥30%”, “<30%” 대해서 각각 경증(mild), 중등증(moderate),

Table 1. Reference equations<sup>3,4</sup>

Morris' equation		
FEV1	Males	Ht* x 0.092 x 0.3937† - Age‡ x 0.032 - 1.260
	Females	Ht x 0.089 x 0.3937 - Age x 0.025 - 1.932
FVC	Males	Ht x 0.148 x 0.3937 - Age x 0.025 - 4.241
	Females	Ht x 0.115 x 0.3937 - Age x 0.024 - 2.852
Korean equation		
FEV1	Males	0.04578 x Ht - 0.0002484 x Age <sup>2</sup> - 3.4132
	Females	0.03558 x Ht - 0.0001920 x Age <sup>2</sup> -2.4114
FVC	Males	0.05292 x Ht + 0.010947 x Wt§ - 0.00008633 xAge <sup>2</sup> - 4.8434
	Females	0.03951 x Ht + 0.006892 x Wt -0.00012728 x Age <sup>2</sup> - 3.0006

\*Height in centimeters; † a conversion factor from inches to centimeters; ‡ Age in years; §Weight in kilograms

**Table 2. Characteristics of the subjects**

	Men	Women
Number	926	694
Age (years)	60.0 ± 13.2*	58.4 ± 12.6
Height (cm)	167 ± 6.1	154 ± 5.8
Weight (kg)	65.8 ± 10.6	57.6 ± 8.4
FEV1 (L)	2.35 ± 0.83	1.88 ± 0.55
FVC (L)	3.34 ± 0.82	2.37 ± 0.58
FEV1/FVC	0.70 ± 0.15	0.79 ± 0.10

\* mean ± standard deviation

중증(severe), 최중증 (very severe) 으로 정의하였다<sup>6</sup>. 대상 환자가 기류폐쇄가 없는 경우 (FEV<sub>1</sub>/FVC ≥ 0.7), 질병의 중증도를 FVC (% 예측치) “<80% 그리고 ≥60%”, “<60% 그리고 >50%”, “≤50%” 대해서 각각 경증(mild), 중등증(moderate), 중증(severe)으로 정의하였다<sup>7</sup>.

### 3) 통계 분석

카이제곱 검정을 이용하여 폐활량측정법 장애양상과 질병 중증도를 비교하였다. P 값이 0.05보다 작은 경우 유의하게 차이가 난다고 결론지었다. 통계 프로그램으로 SPSS (10.1판) 을 사용하여 통계분석을 시행하였다.

## 결 과

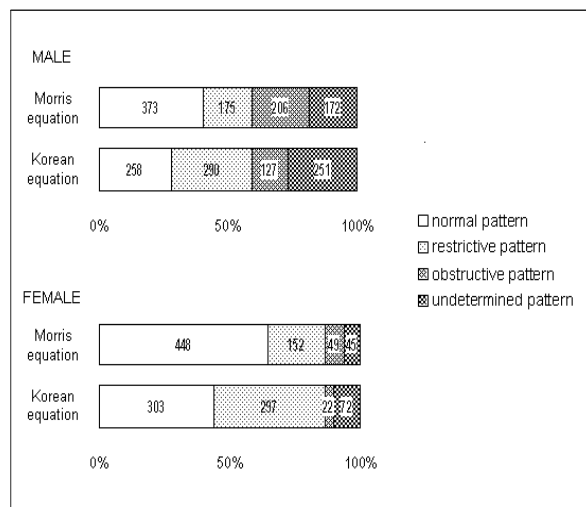
### 1. 대상 환자 특성

대상 환자의 평균 연령은 59.3세이었다. 대상 환자 1620명 중 926명은 남자이고 694명은 여자이었다. (Table 2).

### 2. 폐활량측정법 장애양상 (spirometric patterns)

폐활량측정법을 해석할 때 정상예측식으로 Morris 식 대신 한국인 예측식을 사용하면, 남자 926명 중 208 명(22.5%)과 여자 694명 중 172명 (24.8%)에서 폐활량측정법 장애양상 해석이 달라지게 되었다 (Figure 1 & Table 3).

정상예측식으로 Morris식 대신 한국인 예측식을



**Figure 1.** Effect of different reference equations on the interpretation of spirometric patterns. Spirometric patterns were differently interpreted after the change in reference equation from the Morris to the new Korean equation ( $P < 0.001$  in both males and females by the chi-square test). Definition: normal pattern, FEV<sub>1</sub>/FVC ≥ 0.7 & FVC ≥ 80% predicted value; restrictive pattern, FEV<sub>1</sub>/FVC ≥ 0.7 & FVC < 80% predicted value; obstructive pattern, FEV<sub>1</sub>/FVC < 0.7 & FVC ≥ 80% predicted value; undetermined pattern, FEV<sub>1</sub>/FVC < 0.7 & FVC < 80% predicted value. The number inside each block represents the number of subjects showing each spirometric pattern.

사용하였을 때, 정상에서 제한성 장애로 해석이 달라지는 경우와 폐쇄성 장애에서 양상 미정으로 해석이 달라지는 경우가 연령이 증가함에 따라 더 많아지는 경향을 보였다 ( $P = 0.02$ ) (Table 3). 정상예측식으로 Morris식 대신 한국인 예측식을 사용하였을 때, 제한성 장애에서 정상으로 해석이 달라지는 경우와 양상 미정에서 폐쇄성 장애로 해석이 달라지는 경우는 남자의 20대에서만 관찰되었다.

### 3. 질병 중증도 (Disease severity)

#### 1) 기류폐쇄가 있는 경우

폐활량측정법을 해석할 때 정상예측식으로 Morris 식 대신 한국인 예측식을 사용하면, 기류폐쇄(FEV<sub>1</sub>/FVC < 0.7)를 보이는 남자 378명 중 114명 (30.2%)에서 질병 중증도 평가가 달라지게 되었다 (Figure 2). 비슷한 결과가 기류폐쇄를 보이는 여자 94명에게서

**Table 3. Number of subjects showing spirometric pattern shift in each age group by the change in reference equations from the Morris to the Korean equation<sup>3,4</sup>**

A. Men								
Pattern shift*	Age group (years)							MenAll ages
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80	
Normal to restrictive	0	1 (3.0)	5 (5.8)	29 (13.4)	54 (16.5)	29 (15.5)	3 (9.4)	121 (13.1121) (13.1%)†
Restrictive to normal	6 (14.0)	0	0	0	0	0	0	6 (0.76) (0.7%)
Obstructive to undetermined	0	0	2 (2.3)	11 (5.1)	37 (11.3)	23 (12.3)	7 (21.9)	80 (8.680) (8.6%)
Undetermined to obstructive	1 (2.3)	0	0	0	0	0	0	1 (0.1)
Total number of subjects in each age group	43	33	86	217	328	187	32	9261 (0.1%)

B. Women								
Pattern shift*	Age group (years)							All ages
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80	
Normal to restrictive	0	0	4 (4.3)	33 (18.9)	68 (28.7)	38 (31.4)	2 (20.0)	145 (20.9)
Restrictive to normal	0	0	0	0	0	0	0	0
Obstructive to undetermined	0	1 (2.7)	4 (4.3)	6 (3.4)	6 (2.5)	9 (7.4)	1 (10.0)	3.9 (27)
Undetermined to obstructive	0	0	0	0	0	0	0	0
Total number of subjects in each age group	20	37	94	175	237	121	10	694

\*No other types of the pattern shift were observed other than the above four types.

† The numbers in parentheses represent the percentage of subjects showing each pattern shift among each age group.

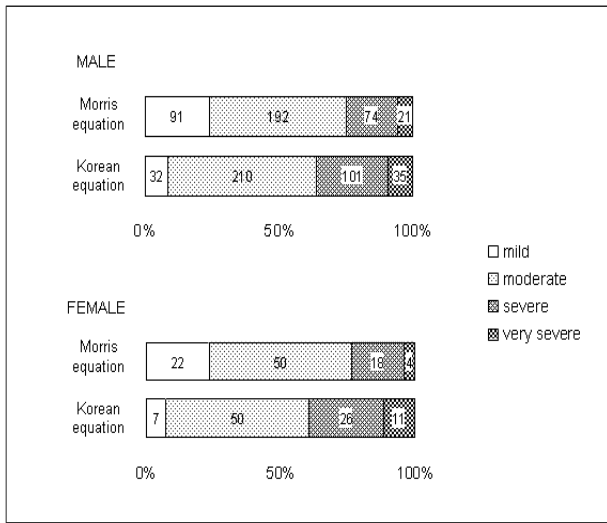
도 관찰되어 37명 (39.4%)의 중증도가 달라지게 되었다. 질병의 중증도가 달라지게 된 모든 환자에서 Morris 식 대신 한국인 예측식을 사용하면 중증도가 더 나쁜 것처럼 분류되었다.

**2) 기류폐쇄가 없는 경우**

폐활량측정법을 해석할 때 정상예측식으로 Morris 식 대신 한국인 예측식을 사용하면, 기류폐쇄가 없는 (FEV1/FVC ≥0.7) 남자 548 명 중 153명(27.9%)에서 질병 중증도 평가가 달라지게 되었다 (Figure 3). 비슷한 결과가 기류폐쇄가 없는 여자 600명에게서도 관찰되어 181명(30.2%)의 중증도가 달라지게 되었다. 질병의 중증도가 달라지게 된 대다수 환자에서 Morris 식 대신 한국인 예측식을 사용하면 중증도가 더 나쁜 것처럼 분류되었다. 단지, 7명의 환자만 한국인 예측식을 사용하면 중증도가 더 좋아진 것처럼 분류되었다.

**고 찰**

본 연구를 통해서 폐활량측정법 정상 예측식을 외국의 Morris 예측식<sup>4</sup>에서 한국인 예측식<sup>3</sup>으로 바꾸어 사용하면 폐활량측정법 양상과 중증도 해석에 유의한 영향을 미침을 확인할 수 있었다. 예측식을 Morris식에서 한국인 예측식으로 바꾸게 되면 20% 가 넘는 환자의 폐활량측정법 장애양상 해석이 달라지게 되었으며 약 30% 환자에서는 질병의 중증도 분류가 달라지게 되었다. 한국인 예측식으로 바꾸어 사용할 때 폐활량측정법 양상 변화는 주로 ‘정상’에서 ‘제한성 장애’ 이었다. 또한, 한국인 예측식으로 바꾸어 사용하면 대다수의 환자에서 질병의 중증도가 더 나빠진 것처럼 해석되었다. 이 같은 연구 결과는 최 등이 한국인 예측식을 개발하였을 때 Morris 예측식과 비교하면서 어느 정도 예상할 수 있었는데 폐활량측

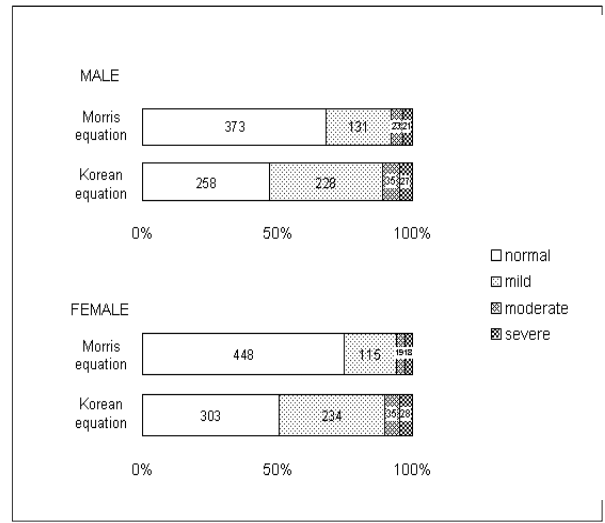


**Figure 2.** Effect of different reference equations on disease severity in subjects with airflow limitation ( $FEV_1/FVC < 0.7$ ). Disease severity was differently interpreted after the change in reference equation from the Morris to the new Korean equation ( $P < 0.001$  in both males and females by the chi-square test). Disease severity was defined as mild, moderate, severe, and very severe according to  $FEV_1$  (% predicted value) of  $\geq 80\%$ ,  $< 80\% \ \& \ \geq 50\%$ ,  $< 50\% \ \& \ \geq 30\%$ , and  $< 30\%$ , respectively. The number inside each block represents the number of subjects showing each grade of disease severity.

정법의 예측치 ( $FEV_1$ 과  $FVC$ )들이 우리 나라 정상인이 미국의 정상인보다 더 크게 나왔기 때문이다<sup>3</sup>. 최 등은 Morris식과 한국인 예측식으로부터 얻어지는  $FVC$ 값의 차이가 남자는 1.3% 이었고 여자는 2.5%이었다고 보고하였다. 또한, 두 예측식에서 얻어지는  $FEV_1$  값 차이가 남자는 7.6%이었고 여자는 10.2%이었다고 보고하였다. 하지만, 우리의 연구 결과에 의하면 한국인 예측식을 실제 진료에 사용하게 되었을 때는 최 등이 보고한 차이보다 더 큰 차이가 폐활량측정법을 해석하는데 나타날 수 있음을 보여 주었다.

본 저자들이 아는 한에서는 본 연구는 폐활량측정법 정상 예측식을 다른 예측식으로 사용하였을 때 폐활량측정법 장애양상 해석과 질병 중증도 평가에 어떻게 영향을 미치는지 정량적으로 평가한 첫 보고이다.

폐활량측정법의 정상 예측식은 나라와 인종마다 차이가 난다. 한국인 예측식이 개발되기 전까지 우리는 다른 나라에서 개발한 예측식을 사용하였고 그 중 Morris 예측식은 가장 많이 차용하여 사용하던 예측식 중 하나이었다.



**Figure 3.** Effect of different reference equations on disease severity in subjects without airflow limitation ( $FEV_1/FVC \geq 0.7$ ). Disease severity was differently interpreted after the change in reference equation from the Morris to the new Korean equation ( $P < 0.001$  in both males and females, by the chi-square test). Disease severity was defined as mild, moderate, and severe according to  $FVC$  (% predicted value) of  $< 80\% \ \& \ \geq 60\%$ ,  $< 60\% \ \& \ \geq 50\%$ , and  $\leq 50\%$ , respectively. The number inside each block represents the number of subjects showing each grade of disease severity.

본 연구에서 사용한 폐활량측정법 장애양상 정의와 질병 중증도 정의는 다소 임의적이었다. 본 연구에서 폐쇄성 장애의 정의는 “ $FEV_1/FVC < 0.7$  그리고  $FVC \geq 80\%$  예측치”로 하였다. 비록 95 백분위수 방법이나 95% 신뢰구간 방법으로 장애 여부를 정의하는 것이 이상적이기는 하지만 만성폐쇄성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)에 대한 지침서에는 폐쇄성 장애 진단을 편리한 방법인  $FEV_1/FVC < 0.7$  를 사용하였고,<sup>6,8</sup> 본 연구에서도 이 방법을 사용하였다. 본 연구에서 양상 미정 (undetermined pattern)을 보인 환자의 다수는 폐쇄성 장애일 가능성이 높지만<sup>9</sup>, 추가로 임상 정보나 방사선 정보를 더 분석하지는 않았다. 본 연구에서 사용한 질병 중증도 분류는 기류폐쇄가 있는 경우는 COPD 국제 지침의 분류를 따랐으며 기류폐쇄가 없는 경우는 미국의 사회에서 호흡기 장애 분류에 사용하는 중증도 분류법을 따랐다<sup>6,7</sup>.

본 연구의 제한점으로는 폐활량측정법 외의 다른 임상 정보나 방사선 정보를 더 평가하지는 않았기 때

문에 새로 사용하게 되는 한국인 예측식이 실제 폐활량측정법 장애양상 해석 및 질병 중증도 평가에 더 우월한지 확인할 수 없었다. 그렇지만, 본 연구를 통해서 한국인 예측식을 사용하게 되면 폐활량측정법 해석이 상당히 바뀌게 됨을 알 수 있게 되었다.

결론적으로, 폐활량측정법 정상 예측식을 바꾸어 사용하게 될 경우 장애 양상 해석과 질병 중증도 평가에 유의한 영향을 미칠 수 있으므로 새로운 한국인 예측식을 적용하여 진료를 할 때 이 점을 유념하여 진료하는 것이 필요하겠다.

### 요 약

#### 연구 배경:

폐활량측정법 정상예측식이 한국인을 대상으로 개발되었다. 한국인 정상예측식을 실제 진료에 사용하기 위해서 그 동안 많이 사용하던 정상 예측식 중 하나인 Morris 예측식을 적용하였을 때와 한국인 예측식을 적용하였을 때 장애 양상 해석 및 질병 중증도 평가가 어떻게 달라지나 비교하고자 하였다.

#### 방 법:

서울아산병원의 호흡기검사실에서 2004년도 11월 한 달간 폐활량측정법을 시행한 남자 926명과 여자 694명을 대상으로 하였다. 나이, 성, 키, 몸무게, 그리고 폐활량측정법으로 FEV<sub>1</sub> [forced expiratory volume in one second], FVC [forced vital capacity], FEV<sub>1</sub>/FVC 등을 구하였다. 한국인 예측식과 Morris 예측식을 사용하여 장애 양상 해석과 질병 중증도 평가를 하였고 그 차이를 비교하였다. 폐활량측정법 장애 양상은 FEV<sub>1</sub>/FVC과 FVC 값에 따라서 정상, 제한성, 폐쇄성, 양상 미정 등으로 정의하였고 질병 중증도는 기류제한이 있는 환자는 FEV<sub>1</sub> 값에 따라서 기류제한이 없는 환자는 FVC값에 따라서 정의하였다.

#### 결 과:

Morris 예측식에서 한국인 예측식으로 바꾸어 적용하면 장애 양상 해석이 남자 환자의 경우 22.5% (208/926) 달라졌고 여자의 경우 24.8% (172/694) 달라졌다. 한국인 예측식을 적용하였을 때, 기류제한이 있는 환자의 경우 질병의 중증도가 남자에서 30.2%

(114/378) 바뀌었고 여자에서 39.4% (37/94) 바뀌었다. 기류제한이 없는 환자의 경우는 질병의 중증도가 남자에서 27.9% (153/548) 바뀌었고 여자에서 30.2% (181/600) 바뀌었다.

#### 결 론:

폐활량측정법 정상예측식이 바뀌면 장애 양상 해석과 질병 중증도 평가에 유의한 영향을 미칠 수 있다.

### 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임 (0412-CR03-0704-0001)

### 참 고 문 헌

1. Gold WM. Pulmonary function testing. In: Murray JF, Nadel JA, editors. Textbook of respiratory medicine. 3rd ed. W.B. Philadelphia: Saunders; 2000. p. 781-881.
2. American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis 1991;144:1202-18.
3. Choi JK, Paek D, Lee JO. Normal predictive values of spirometry for Korean population. Tuberc Respir Dis 2005;58:230-42.
4. Morris JF, Koski A, Johnson LC. Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. Am Rev Respir Dis 1971;103:57-67.
5. American Thoracic Society. Standardization of Spirometry: 1994 update. Am J Respir Crit Care Med 199 5;152:1107-36.
6. National Heart, Lung, and Blood Institute and World Health Organization. Global initiative for chronic obstructive lung disease: global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA [revised 2003; cited 20 August 2004]. Available from: URL: <http://www.goldcopd.com>
7. American Medical Association. Guides to the evaluation of permanent impairment. 4th ed. Chicago: American Medical Association 1993.
8. American Thoracic Society and European Respiratory Society. Standards for the diagnosis and treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease. American Thoracic Society, New York, USA [cited 10 June 2004]. Available from URL: <http://www.thoracic.org/COPD/>
9. Dykstra BJ, Scanlon PD, Kester MM, Beck KC, Enright PL. Lung volumes in 4,774 patients with obstructive lung disease. Chest 1999;115:68-74.