

## 학동기 농촌 아동의 폐기능 정상 예측치와 호흡기 증상에 민감한 폐기능 지표

최병선 · 박정덕 · 홍연표 · 장임원

중앙대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

### Normal Predicted Values of Pulmonary Function of the Primary School Children in Rural Area and Sensitive Index of Respiratory Symptoms

Byung Sun Choi, Jung Duck Park, Yeon Pyo Hong, Im Won Chang

*Department of Preventive Medicine and Community Health, College of Medicine,  
Chung-Ang University*

Pulmonary function tests were conducted on 815 healthy primary school children (390 males and 425 female) in rural area using Collins Survey Spirometer (Warren E. Collins, Inc., U.S.A.) with X-Y Recorder. Respiratory symptoms(cough, sputum, sore throat, chest pain, chest tightness, dyspnea, coryza) were surveyed by the interviews. Multiple regression analysis and regression diagnostics were done for prediction equations of FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub>. FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> values in 3 groups of children classified by the number of symptom were compared each other through standard variable value.

FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> showed highly significant correlation with age, height and weight. Prediction equations for FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub> are functions of height only in both male and female children aged between 6 and 12 years old.

PEFR showed a significant difference related with the number of symptom in female. These results suggest that the PEFR is sensitive PFT parameter in this study.

---

Key words : pulmonary function test, respiratory symptoms, normal predicted value, children

## 서 론

폐기능 검사는 임상적으로 폐질환이 의심되는 환자의 진단 및 치료 효과 판정에 유용한 검사일 뿐 아니라 (McBride와 Wohl, 1979; Pennock 등, 1983; Strope와 Helms, 1984; Wall, 1984; Clausen, 1989; Smith 등, 1992), 환경오염에 의한 호흡기 장애를 평가하는 역학적 연구에서도 널리 이용되는 검사 방법 중의 하나이다 (Miller와 Thornton, 1980; American Thoracic Society, 1987; Clausen, 1989). 환경오염에 대한 호흡기 장애를 평가하기 위해 폐기능 검사를 실시할 경우에는 흡연이나 음주, 직업적 폭로 등에 따른 혼란 변수 (Biersteker와 Leeuwen, 1970; Beck 등, 1982)의 영향이 비교적 적은 학동기 아동들을 조사 대상으로 하는 것이 일반적이다. 그런데 폐기능 검사는 정상인에서도 성, 연령, 체격에 따라 차이가 있을 뿐 아니라 (Miller와 Thornton, 1980; Clausen, 1989; American Thoracic Society, 1991) 지역과 인종에 따라서도 차이가 있으므로 (Beck 등, 1982; Hsi 등, 1983; Bibi 등, 1988; Neukirch 등, 1988; Clausen, 1989), 폐기능 검사의 절대치를 평가하는 것보다 건강인에서 구한 정상 예측치와 비교하는 것이 통레이다 (Weng과 Levison, 1969; McBride와 Wohl, 1979; Pennock 등, 1983). 따라서 폐기능 검사의 결과를 해석하고 판정하기 위해서는 조사 대상자의 연령, 체중, 신장에 따른 폐기능 검사의 정상 예측치가 반드시 필요하다. 폐기능 검사치는 농촌과 도시 지역간에도 차이가 나타날 수 있는데 (김윤신 등, 1991), 학동기 아동들에 대한 정상 예측치에 관한 국내 자료 (임순욱과 이기영, 1986; 우성과 정규철, 1987; 정규철과 이정희, 1988; 양선영 등, 1989; 조아리사 등, 1992; 윤경애 등, 1993)는 대부분이 도시 지역을 대상으로 하고 있을 뿐, 농촌 지역을 대상으로 한 정상 예측치에 대한 자료는 거의 찾아 볼 수 없는 실정이다. 또한 호흡기계 증상과 폐기능 검사치와의 연관성에 대한 연구도 미미하다.

이에 본 연구에서는 일부 농촌 지역 국민학교 학생을 대상으로 면접 조사, 이학적 검사와 폐기능 검사를

병행 실시하여, 농촌 지역 학동기 아동들의 폐기능 정상 예측치를 제시하고, 조사 대상자의 자각적 증상에 따른 폐기능 검사치의 차이를 살펴봄으로써, 학동기 아동들에서 호흡기 자각증상을 잘 반영하는 폐기능 검사 항목이 무엇인지 밝히고자 하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

충청남도 서산군에 소재하는 3개의 국민학교에 재학 중인 6세에서 12세까지의 아동 중, 이학적 검사를 통하여 폐기능에 영향을 미칠수 있는 과거병력이 있는 아동과 현재 심장 질환을 앓고 있는 것으로 의심되는 아동들을 제외한 남아 390명과 여아 425명을 연구 대상으로 하였다. 이들 대상자들은 신체적으로나 정신적으로 정상적인 활동을 하며, 폐기능 검사상 지장을 초래할 만한 신체 장애가 없음을 확인하였다.

### 2. 연구 방법

#### (1) 면접 조사

면접 조사를 통하여 7가지 호흡기 증상(기침, 가래, 목이 따가움, 숨이 참, 가슴이 아픔, 가슴이 조임, 코가 흐름) 유무를 조사하였다.

#### (2) 폐기능 검사

모든 폐 환기량 측정은 flow-volume curve recorder가 부착된 Collins Survey Spirometer (Warren E. Collins, Inc., U.S.A.)를 사용하였으며 spirometer의 용량은 8 l 이고 1920mm/min의 속도로 회전하는 kymograph에 spirogram을 기록하였다. 측정 방법은 American Thoracic Society (ATS, 1987)에서 추천한 방법을 사용하였다.

검사시에는 대상자가 일어난 자세로 noseclip을 착용하고 시행하였다. 먼저 mouthpiece를 가볍게 물고 입술을 꼭 다물게 하여 측정중 공기가 새지 않게 하고,

혀로 공기를 막지 않도록 하였다. Kymograph를 들게 한 다음 피검자로 하여금 통상적인 호흡을 2~3회 하게 하여 기준선을 얻은 다음, 가능한 최대 한도로 흡입케 하고, 이어서 가능한 한 빨리 끝까지 완전하게 호출케 하되 적어도 3초 이상 지속하도록 하였다. 노력성 폐활량 곡선은 피검자의 적극적인 협조와 호출 노력에 의하여 영향을 받으므로 위의 방법으로 2~3회 반복 연습 시켜 숙달된 것을 확인한 다음 3회 이상 반복 측정하여, 노력성 폐활량(Forced vital capacity: 이하 FVC)과 1초간 노력성 호기량(Forced expiratory volume in one second: 이하 FEV<sub>1</sub>)은 각각 최대값을 선택하였고, 최대 호기 유속(Peak expiratory flow rate: 이하 PEFR)과 노력성 호기 중간 유량(Mean forced expiratory flow during the middle half of the FVC: 이하 FEF<sub>25-75%</sub>)은 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 합이 최대인 곡선으로부터 구하였다.

폐기능 측정 전에 대상자의 신장과 체중을 측정하였는데 신장은 mm 단위로, 체중은 감도 0.5kg의 체중계로 측정하였다. 연령은 검사 당일의 기준으로 생년월일로부터 환산하였다.

### (3) 자료 처리와 통계분석

자료 분석은 통계 프로그램인 PC-SAS, Version 6.08을 이용하였다.

폐기능치의 예측식은 전체연구 대상자 815명 중 호흡기 증상을 호소하지 않은 599명의 아동만을 대상으로 연령, 신장, 체중을 독립변수로 하여 다중 회귀분석을 시행하였다. 예측식 선택을 위해 모든 가능한 회귀 모형에 대해 결정계수와 수정결정계수를 계산하였고, 다중공선성 검정을 실시하여 다중공선성이 의심되는 변수는 제거하였다.

호흡기 증상에 따른 폐기능 지표들의 차이를 비교하기 위하여 증상이 없는 군(599명)과 증상이 하나인 군(122명), 증상이 2개 이상인 군(94명)으로 나누어 분석하였다. 각 군간의 폐기능 검사치의 비교를 위해 표준화 변수를 계산하여 분산분석을 시행하였다(Neukirch 등, 1988; Choudat 등 1993). 표준화 변수는 실측치에서 선택된 예측식에서부터 구한 예측치를 빼준 후 예

측치의 표준오차로 나누어 구하였다(표준화 변수=(실측치 - 예측치)/예측치의 표준 오차).

## 결 과

### 1. 성별 및 연령별 신체 계측치

연령에 따른 신장과 체중의 평균치는 Table 1과 같다. 성별에 따른 신장과 체중의 차이는 없었고( $t=-1.05$ ,  $p>0.05$  for height;  $t=-1.78$ ,  $p>0.05$  for weight), 남녀 모두에서 연령 증가에 비례하여 신장과 체중이 증가하였다( $r=0.8505$ ,  $p<0.01$  for height in male;  $r=0.7611$ ,  $p<0.01$  for weight in male;  $r=0.8392$ ,  $p<0.01$  for height in female;  $r=0.7133$ ,  $p<0.01$  for weight in female). 대상자의 연령별 신장 및 체중 평균치는, 심태섭과 고광욱(1986)이 제시한 우리나라 학동기 아동들의 연령별 평균치보다 남녀 모두에서 신장은 2~3cm, 체중은 2~4kg 높았다.

### 2. 폐기능 검사의 정상 예측치

FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>는 남녀 모두에서 연령이 증가함에 따라 직선적으로 증가하였으나, FEV<sub>1</sub>/FVC은 감소하였다(Fig. 1). 신장에 따른 변화에서도 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>는 신장이 증가함에 따라 직선적으로 증가하였으나, FEV<sub>1</sub>/FVC은 감소하였다(Fig. 2). 체중에 따른 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>의 변화를 보면 여자에서는 체중의 증가에 따라 직선적으로 증가하였으나 남자에서는 40kg까지는 직선적으로 증가하는 반면 40kg 이상에서는 차이를 보이지 않거나 오히려 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). FEV<sub>1</sub>/FVC은 남자에서는 체중 증가에 따라 감소하는 경향을 보였으나 여자에서는 거의 차이가 없었다(Fig. 3).

각 폐기능지수와 연령, 신장 및 체중과의 관련성을 알아보기 위하여 이들 인자간의 상관계수를 살펴보았다(Table 2). 남녀 모두에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>는 연령, 신장, 체중과 밀접한 정상관관계가 있었으나, FEV<sub>1</sub>/FVC에서는 역상관계를 보였고 상관계수

**Table 1.** Physical characteristics of the subject by age in male and female

Sex	Age (yrs)	No. of subject	Height (cm)	Weight (kg)	Shim & Ko(1986)	
					Ht(cm)	Wt(kg)
Male	6	37	118.9±4.6	22.63±3.17		
	7	66	122.7±5.5	24.31±4.03	120.4±5.1	22.28±2.54
	8	39	128.7±5.8	27.53±3.91	125.6±5.3	24.21±2.86
	9	75	132.5±5.1	30.04±4.06	130.5±5.5	26.68±3.16
	10	76	138.4±5.0	34.15±4.61	135.2±5.5	29.52±3.85
	11	67	142.8±6.4	36.06±5.37	140.3±6.4	32.41±4.41
	12	30	147.4±5.3	38.28±3.74	144.9±7.0	35.45±5.41
Female	6	39	117.4±4.9	22.37±3.27		
	7	55	121.8±5.4	23.98±4.04	119.4±5.2	21.19±2.53
	8	60	127.5±5.4	27.62±4.24	124.9±5.3	23.48±1.87
	9	65	133.1±5.8	29.97±5.01	130.1±5.8	26.09±3.37
	10	96	138.5±6.8	34.24±5.86	135.5±6.2	29.24±4.11
	11	73	144.4±8.0	37.63±7.71	141.8±7.3	33.55±5.36
	12	37	150.3±7.5	42.36±8.82	147.8±6.9	38.16±6.07

c.f. Mean ± standard deviation

**Table 2.** Correlation coefficient between spirometric parameters and age, height and weight in the subjects without respiratory symptoms

	FVC(l)	FEV <sub>1</sub> (l)	FEV <sub>1</sub> /FVC	PEFR(l/sec)	FEF <sub>25-75%</sub> (sec)
Male					
Age(yrs)	0.785**	0.779**	-0.308**	0.635**	0.493**
Height(cm)	0.887**	0.883**	-0.315**	0.726**	0.577**
Weight(kg)	0.861**	0.843**	-0.358**	0.656**	0.548**
Female					
Age(yrs)	0.825**	0.804**	-0.215**	0.670**	0.596**
Height(cm)	0.903**	0.899**	-0.117*	0.745**	0.702**
Weight(kg)	0.826**	0.826**	-0.085	0.690**	0.686**

\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01

가 매우 낮았다.

폐기능 검사치는 연령, 신장, 체중 모두와 상관관계가 있으므로 이들 변수로부터 예측식을 구하기 위하여 성별로 단순 및 중회귀분석을 시행하였다(Table 3 & 4). FVC의 결정계수는 남아의 경우, 연령, 신장 및 체

중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.811로 가장 높았고, 신장과 체중에 관한 결정계수 0.808, 연령과 신장의 두 변수에 관한 결정계수 0.789순이었고, 여아에서는 연령, 신장 및 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.836, 연령과 신장의 두 변수에 관한 결정계수 0.829, 신장과

**Table 3.** Multiple regression equations for prediction of spirometric parameters on age, height and weight in male

	Prediction Equation	r <sup>2</sup>	Adjusted r <sup>2</sup>
FVC ( l )	- 0.158+0.224Age(yrs)	0.616	0.615
	- 3.853+0.044Ht(cm)	0.787	0.786
	0.009+0.064Wt(kg)	0.742	0.740
	- 3.596+0.025Age(yrs)+0.040Ht(cm)	0.789	0.787
	- 0.292+0.087Age(yrs)+0.047Wt(kg)	0.781	0.779
	- 2.644+0.029Ht(cm)+0.025Wt(kg)	0.808	0.807
	- 2.339+0.028Age(yrs)+0.025Ht(cm)+0.025Wt(kg)	0.811	0.809
FEV <sub>1</sub> ( l )	0.015+0.185Age(yrs)	0.606	0.605
	- 3.056+0.036Ht(cm)	0.781	0.780
	0.174+0.052Wt(kg)	0.711	0.710
	- 2.875+0.018Age(yrs)+0.034Ht(cm)	0.782	0.781
	- 0.091+0.077Age(yrs)+0.037Wt(kg)	0.755	0.753
	- 2.281+0.027Ht(cm)+0.016Wt(kg)	0.793	0.792
	- 2.069+0.020Age(yrs)+0.024Ht(cm)+0.016Wt(kg)	0.795	0.793
FEV <sub>1</sub> /FVC	100.26 - 1.02Age(yrs)	0.095	0.092
	114.60 - 0.18Ht(cm)	0.099	0.096
	100.03 - 0.31Wt(kg)	0.128	0.125
	109.80 - 0.47Age(yrs) - 0.11Ht(cm)	0.105	0.098
	100.98 - 0.28Age(yrs) - 0.26Wt(kg)	0.131	0.125
	98.37 - 0.02Ht(cm) - 0.34Wt(kg)	0.128	0.122
	92.85 - 0.51Age(yrs)+0.10Ht(cm) - 0.34Wt(kg)	0.134	0.125
PEFR ( l /sec)	0.750+0.355Age(yrs)	0.403	0.401
	- 5.235+0.070Ht(cm)	0.527	0.525
	1.197+0.096Wt(kg)	0.430	0.428
	- 4.994+0.023Age(yrs)+0.067Ht(cm)	0.527	0.524
	0.578+0.180Age(yrs)+0.060Wt(kg)	0.473	0.470
	- 5.080+0.068Ht(cm) - 0.003Wt(kg)	0.527	0.524
	- 4.822+0.024Age(yrs)+0.0650Ht(cm) - 0.004Wt(kg)	0.527	0.522
FEF <sub>25-75</sub> ( l /sec)	0.677+0.166Age(yrs)	0.243	0.240
	- 2.223+0.034Ht(cm)	0.333	0.331
	0.780+0.048Wt(kg)	0.301	0.298
	- 2.267 - 0.004Age(yrs)+0.034Ht(cm)	0.333	0.329
	0.573+0.060Age(yrs)+0.036Wt(kg)	0.314	0.309
	- 1.564+0.026Ht(cm) - 0.014Wt(kg)	0.338	0.333
	- 1.592 - 0.003Age(yrs)+0.026Ht(cm) - 0.014Wt(kg)	0.338	0.331

**Table 4.** Multiple regression equations for prediction of spirometric parameters on age, height and weight in female

	Prediction Equation	r <sup>2</sup>	Adjusted r <sup>2</sup>
FVC (l)	- 0.598+0.251Age(yrs)	0.681	0.680
	- 3.556+0.040Ht(cm)	0.816	0.815
	0.229+0.051Wt(kg)	0.683	0.682
	- 3.097+0.067Age(yrs)+0.032Ht(cm)	0.829	0.828
	- 0.534+0.147Age(yrs)+0.030Wt(kg)	0.801	0.800
	- 3.110+0.035Ht(cm)+0.008Wt(kg)	0.820	0.818
	- 2.439+0.075Age(yrs)+0.024Ht(cm)+0.011Wt(kg)	0.836	0.835
FEV <sub>1</sub> (l)	- 0.458+0.224Age(yrs)	0.647	0.646
	- 3.210+0.037Ht(cm)	0.808	0.807
	0.235+0.047Wt(kg)	0.682	0.681
	- 2.905+0.044Age(yrs)+0.031Ht(cm)	0.815	0.814
	- 0.405+0.124Age(yrs)+0.029Wt(kg)	0.781	0.780
	- 2.755+0.031Ht(cm)+0.009Wt(kg)	0.813	0.811
	- 2.289+0.052Age(yrs)+0.024Ht(cm)+0.011Wt(kg)	0.822	0.820
FEV <sub>1</sub> /FVC	99.93 - 0.68Age(yrs)	0.046	0.043
	100.62 - 0.05Ht(cm)	0.014	0.011
	95.05 - 0.05Wt(kg)	0.007	0.004
	91.81 - 1.28Age(yrs)+0.10Ht(cm)	0.061	0.054
	100.08 - 0.97Age(yrs)+0.08Wt(kg)	0.055	0.049
	103.47 - 0.09Ht(cm)+0.05Wt(kg)	0.015	0.009
	92.02 - 1.28Age(yrs)+0.10Ht(cm) - 0.004Wt(kg)	0.061	0.051
PEFR (l /sec)	- 0.320+0.445Age(yrs)	0.448	0.447
	- 5.735+0.073Ht(cm)	0.554	0.553
	1.045+0.093Wt(kg)	0.476	0.475
	- 5.082+0.095Age(yrs)+0.061Ht(cm)	0.560	0.557
	- 0.213+0.234Age(yrs)+0.059Wt(kg)	0.544	0.541
	- 4.641+0.060Ht(cm)+0.020Wt(kg)	0.559	0.557
	- 3.628+0.113Age(yrs)+0.043Ht(cm)+0.025Wt(kg)	0.567	0.563
FEF <sub>25-75%</sub> (l /sec)	- 0.066+0.256Age(yrs)	0.356	0.354
	- 3.508+0.044Ht(cm)	0.493	0.491
	0.523+0.060Wt(kg)	0.470	0.468
	- 3.469+0.006Age(yrs)+0.043Ht(cm)	0.493	0.489
	0.018+0.097Age(yrs)+0.046Wt(kg)	0.496	0.493
	- 2.103+0.028Ht(cm)+0.026Wt(kg)	0.513	0.509
	- 1.874+0.026Age(yrs)+0.024Ht(cm)+0.027Wt(kg)	0.514	0.509

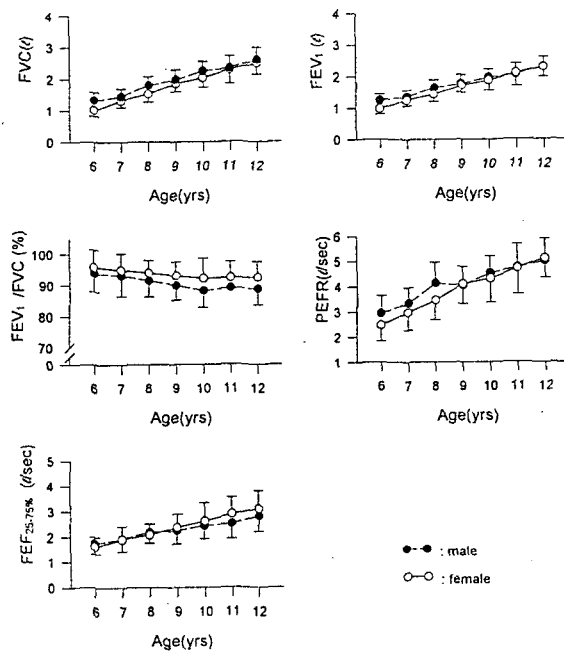


Fig 1. Changes in FVC, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> by age. (Vertical bar indicates standard deviation)

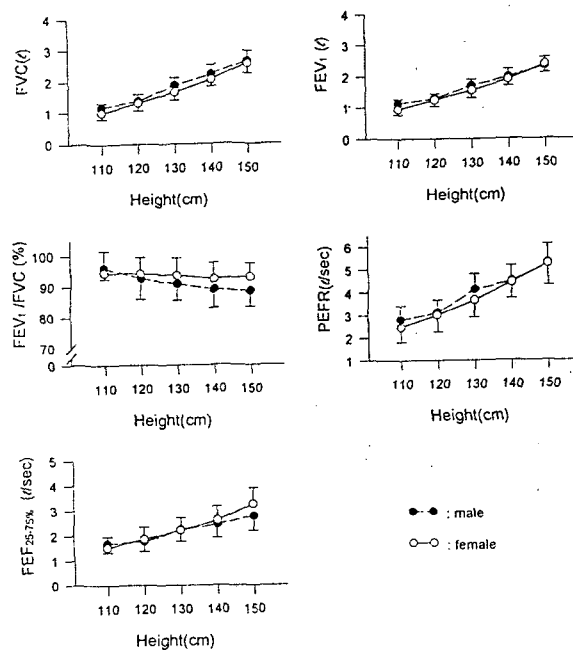


Fig 2. Changes in FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> by height. (Vertical bar indicates standard deviation)

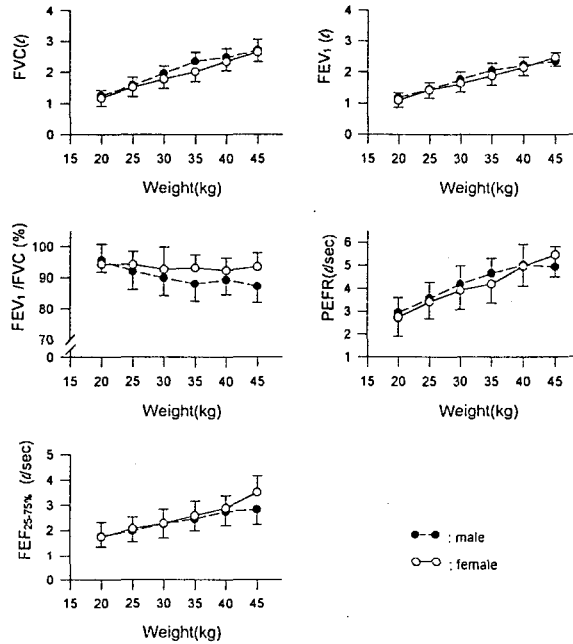


Fig 3. Changes in FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> by weight. (Vertical bar indicates standard deviation)

체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.820이었다. FEV<sub>1</sub>의 결정계수는 남아의 경우 연령, 신장 및 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.795로 가장 높았고, 신장과 체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.793, 연령과 신장의 두 변수에 관한 결정계수 0.782순이었고, 여아에서는 연령, 신장 및 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.822, 연령과 신장의 두 변수에 관한 결정계수 0.815, 신장과 체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.813이었다. PEFR의 결정계수는 남아의 경우, 연령, 신장, 및 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.5272로 가장 높았고, 연령과 신장의 두 변수에 관한 결정계수 0.5271, 신장과 체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.5267순이었고, 여아에서는 연령, 신장 및 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.567, 연령과 신장의 두 변수에 관한 결정계수 0.

560, 신장과 체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.559이었다. FEF<sub>25-75%</sub>의 결정계수는 남아의 경우, 연령, 신장, 및 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.338, 신장과 체중의 두 변수에 관한 결정계수가 0.338, 신장에 관한 결정계수 0.333이었고, 여아에서는 연령, 신장과 체중의 세 변수에 관한 결정계수가 0.514, 신장과 체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.513, 연령과 체중의 두 변수에 관한 결정계수 0.496 순이었다.

다중공선성 검정을 실시한 결과 남자에서는 고유값 (Eigenvalue)이 0.0005, 조건지표 (Condition index)가 91.06으로 나타났고 여자에서는 고유값이 0.0006, 조건지표가 79.06으로 나타나 남녀 모두에서 신장이 다른 변수들과 다중공선성이 있다고 판단되었다. 신장만을 독립변수로 한 단일 회귀방정식과 신장을 뺀 연령



과 체중을 독립변수로 한 회귀방정식의 수정 결정계수를 비교하였더니 남녀 모두에서 신장을 독립변수로 한 단일 회귀방정식의 수정결정계수가 높아(Table 3 & 4) FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>의 예측식은 신장을 독립변수로 한 단일 회귀방정식을 택하였다. FEV<sub>1</sub>/FVC는 연령, 신장, 체중들을 독립변수로 한 예측식들의 설명력(r<sup>2</sup>)이 0.014에서 0.134로 낮아 폐기능 검사의 예측식에서 제외시켰다.

### 3. 호흡기 증상에 따른 폐기능 검사치의 차이

대상자 중 기침을 호소하는 아동은 전체 대상자의 17.1%에 해당하는 139명(남아 57명, 여아 82명)이었고, 코가 흐름을 호소하는 아동은 11.7%인 95명(남아 43명, 여아 52명), 가래를 호소하는 아동은 9.3%에 해당하는 76명(남아 31명, 여아 45명), 목이 따가움을 호소하는 아동은 3.2%에 해당하는 26명(남아 9명, 여아 17명), 숨이 참을 호소하는 아동은 0.1%인 1명, 가슴이 아플과 가슴이 조임을 호소한 아동은 없었다(Table 6).

증상 유무에 따른 폐기능 검사치의 차이를 남녀별로 비교한 결과 그림 4, 5와 같다.

즉, 남자에서는, FVC는 증상이 없는 군에서는 표준화 변수의 평균이 0.003, 증상이 하나인 군에서는 0.028, 증상이 2개 이상인 군에서는 -0.226로 각 군간에 차이가 없었다(F=0.85, p>0.05). FEV<sub>1</sub>은 증상이 없는 군에서는 0.018, 증상이 하나인 군에서는 0.078, 증상이 2개 이상인 군에서는 -0.249로 차이가 없었다(F=1.28, p>0.05). PEFR은 증상이 없는 군에서 -0.0004, 증상이 하나인 군에서 0.037, 증상이 2개 이상인 군에서는 -0.271로 각 군간에 차이가 없었다(F=1.14, p>0.05). FEF<sub>25-75%</sub>에서는 증상이 없는 군에서는 0.003, 증상이 하나인 군에서 0.110, 증상이 2개 이상인 군에서는 -0.115로 차이가 없었다(F=0.61, p>0.05).

여자에서는, FVC는 증상이 없는 군에서는 표준화 변수의 평균이 0.014, 증상이 하나인 군에서는 -0.154, 증상이 2개 이상인 군에서는 0.135로 각 군간에 차이가 없었다(F=1.08, p>0.01). FEV<sub>1</sub>은 증상이 없는 군에서는 -0.008, 증상이 하나인 군에서는 -0.171, 증상이 2개 이상인 군

에서는 0.041로 차이가 없었다(F=0.76, p>0.01). FEF<sub>25-75%</sub>에서는 증상이 없는 군에서 0.006, 증상이 하나인 군에서 -0.115, 증상이 2개 이상인 군에서는 -0.018로 각 군간에 차이가 없었다(F=0.39, p>0.01). PEFR에서는 증상이 없는 군에서는 -0.005, 증상이 하나인 군에서 -0.188, 증상이 2개 이상인 군에서는 -0.422로 증상의 수가 증가됨에 따라 감소되었다.(F=4.82, p<0.01).

## 고 찰

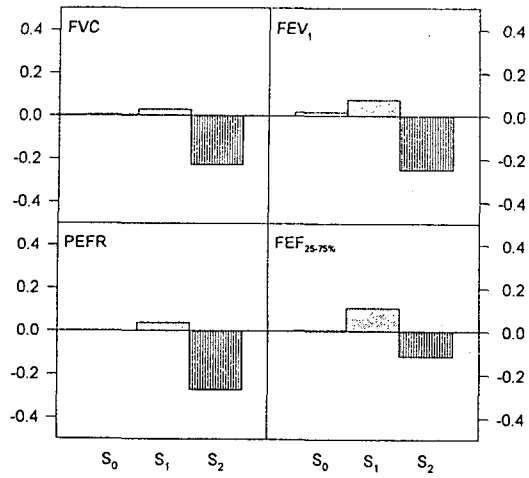
폐활량 측정법(spirometry)을 이용한 폐기능 검사는 폐기능을 객관적으로 평가할 수 있는 방법 중의 하나로 임상에서나 역학적 연구에서 흔히 사용되는 검사이다(Miller와 Thornton, 1980; American Thoracic Society, 1987; Clausen, 1989). 폐기능 검사 결과를 해석하기 위해서는 이들 측정치의 정상치를 구하는 것이 중요한데, 이러한 정상치는 연령, 신장, 체중과 밀접한 상관성이 있으며(Miller와 Thornton, 1980; Clausen, 1989; American Thoracic Society, 1991), 인종에 따라 차이가 있다(Beck 등, 1982; Wall 등, 1982; Hsi 등, 1983; Huang 등, 1984; Bibi 등, 1988; Neukirch 등, 1988; Clausen, 1989)는 것이 잘 알려져 있으므로, 인종에 따라 이들 연령 및 신체 계측치로부터 정상치를 예측할 수 있는 예측식을 산출하여 사용하는 것이 권장되고 있다(American Thoracic Society, 1987). 폐기능의 정상치(normal value)는 대상자를 누구로 하느냐에 따라서 달라질 수 있는데, 정상 예측치의 기준이 되는 대상은 호흡기 질환이나 증상 및 신체검사상 이상 소견이 없고, 흉부 X-선 검사상 정상 소견을 보이고 위험 물질에 폭로되지 않은 비흡연자를 대상으로 삼고 있다(Miller와 Thornton, 1980). 이번 연구에서 정상 예측식을 구할 때 대상자로 삼은 아동은 호흡기 질환이나 신체검사상 이상이 있는 아동은 제외시켰으나, 흉부 X-선 이상 소견 유무, 위험 물질에 폭로 여부에 대한 조사는 시행하지 못하여 이에 대한 고려는 하지 못하였다.

**Table 5.** Prediction equations of spirometric parameters

		Equation	r <sup>2</sup>	SEE
Male	FVC ( l )	- 3.853+0.044Ht(cm)	0.787	0.233
	FEV <sub>1</sub> ( l )	- 3.056+0.036Ht(cm)	0.781	0.197
	PEFR( l /sec)	- 5.235+0.070Ht(cm)	0.527	0.683
	FEF <sub>25-75%</sub> ( l /sec)	- 2.223+0.034Ht(cm)	0.333	0.487
Female	FVC( l )	- 3.556+0.040Ht(cm)	0.816	0.223
	FEV <sub>1</sub> ( l )	- 3.210+0.037Ht(cm)	0.808	0.209
	PEFR( l /sec)	- 5.735+0.073Ht(cm)	0.554	0.759
	FEF <sub>25-75%</sub> ( l /sec)	- 3.508+0.044Ht(cm)	0.493	0.523

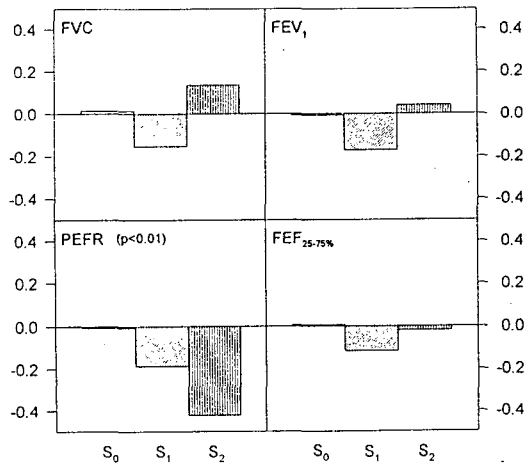
**Table 6.** Percent distribution of respiratory symptoms of the subjects

	Sex	No. of subjects (%)		Total
		Symptom (-)	Symptom (+)	
Cough	male	333 (85.4 %)	57 (14.6 %)	390
	female	343 (80.7 %)	82 (19.3 %)	425
	total	776 (82.9 %)	139 (17.1 %)	815
Sputum	male	359 (92.1 %)	31 ( 7.9 %)	390
	female	380 (89.4 %)	45 (10.6 %)	425
	total	739 (90.7 %)	76 ( 9.3 %)	815
Sore throat	male	381 (97.7 %)	9 ( 2.3 %)	390
	female	408 (96.0 %)	17 ( 4.0 %)	425
	total	789 (96.8 %)	26 ( 3.2 %)	815
Chest pain	male	390 (100 %)	0 ( 0.0 %)	390
	female	425 (100 %)	0 ( 0.0 %)	425
	total	815 (100 %)	0 ( 0.0 %)	815
Chest tightness	male	390 (100 %)	0 ( 0.0 %)	390
	female	425 (100 %)	0 ( 0.0 %)	425
	total	815 (100 %)	0 ( 0.0 %)	815
Dyspnea	male	389 (97.0 %)	1 ( 0.3 %)	390
	female	425 (100 %)	0 ( 0.0 %)	425
	total	814 (99.9 %)	1 ( 0.1 %)	815
Coryza	male	347 (89.0 %)	43 (11.0 %)	390
	female	373 (87.8 %)	52 (12.2 %)	425
	total	720 (88.3 %)	95 (11.7 %)	815



S<sub>0</sub> : children without respiratory symptom  
 S<sub>1</sub> : children with one respiratory symptom  
 S<sub>2</sub> : children with more than two respiratory symptoms

Fig 4. Mean standard variable values((observed-predicted)/SEE) in male subjects according to the number of symptom



S<sub>0</sub> : children without respiratory symptom  
 S<sub>1</sub> : children with one respiratory symptom  
 S<sub>2</sub> : children with more than two respiratory symptoms

Fig 5. Mean standard variable values((observed-predicted)/SEE) in female subjects according to the number of symptom

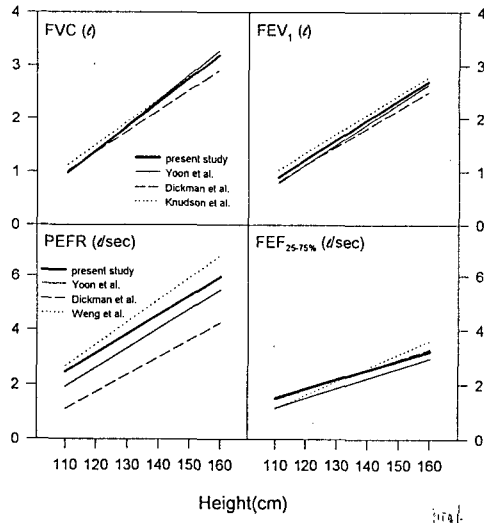


Fig. 6. Comparison of predicted FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> by height in male children among four studies

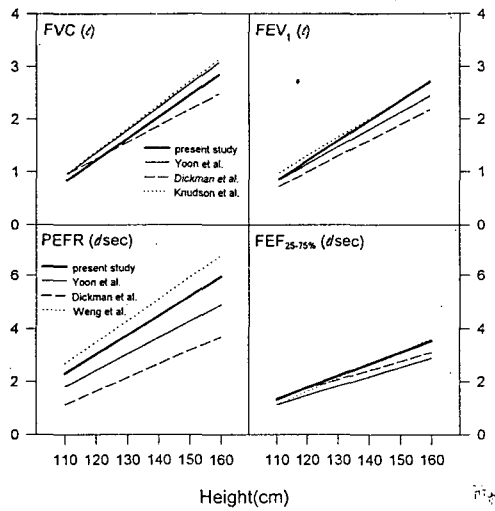


Fig. 7. Comparison of predicted FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR and FEF<sub>25-75%</sub> by height in female children among four studies

또 Tager 등(1983)은 모성 흡연으로 인한 간접흡연이 FEV<sub>1</sub>을 감소시킨다고 보고하였고, Tsimoyianis 등(1987)도 간접흡연이 FEF<sub>25-75%</sub>을 감소시킨다고 보고한 바 있어, 소아의 정상 예측치를 구할 때 간접흡연력이 있는 아동은 제외시키는 것이 타당하다고 생각되나 이에 대한 정확한 설문조사를 실시하지 못하여 이들 아동을 제외시키지 못하였다.

본 연구에서 연령, 신장, 체중 등 3가지 독립변수별로 폐기능 검사치에 대한 설명력(r<sup>2</sup>)을 분석한 결과, 세 가지 독립변수 모두의 설명력이 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>의 순으로 높았고, 3가지 독립변수 중에서는 신장이 폐기능 검사치 모두에 대하여 가장 설명력이 높게 나타나 이전에 이루어진 연구 결과와 일치하였다(Lyond 등, 1960; Kory 등, 1961; Morse 등, 1962; Taussig 등, 1980; Schwarz 등, 1988).

본 연구 결과를 도시아동을 대상으로 한 윤경애 등의 연구 결과와 비교해 보면(Fig 6, Fig 7), FVC는 남아에서 신장이 110cm에서는 1.5% 높았으나 160cm에서는 2.6% 낮았고, 여아에서 신장이 110cm에서는 11.8%, 160cm에서는 7.4% 낮았다. FEV<sub>1</sub>은 남아에서 신장이 110cm에서는 14.0%, 160cm에서는 2.3% 높았고, 여아에서 신장이 110cm에서는 2.0%, 160cm에서는 11.2% 높았다. PEFR은 남아에서 신장이 110cm에서는 29.3%, 160cm에서는 8.8% 높았고, 여아에서 신장이 110cm에서는 22.3%, 160cm에서는 16.6% 높았다. FEF<sub>25-75%</sub>는 남아에서 신장이 110cm에서는 32.1%, 160cm에서는 19.4% 높았고, 여아에서 신장이 110cm에서는 18.2%, 160cm에서는 23.0% 높게 나타나 FVC를 제외한 모든 지표에서 농촌아동을 대상으로 한 본 연구에서 높게 나타났다. 이러한 차이는 도시와 농촌간의 환경적 차이 외에도 사회경제적 요인, 간접흡연 유무 등이 영향을 미쳤으리라 생각되며 연구자 간의 측정 오차도 배제할 수 없으므로, 환경오염에 따른 도시와 농촌간의 차이를 알기 위해서는 보다 정밀한 연구가 필요하리라 사료된다.

외국의 폐기능 정상 예측치와 비교하여 보면 Knudson 등의 보고(1983)보다 FVC, FEV<sub>1</sub>이 낮았고, Dickman 등의 보고(1971)보다는 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR의

예측치가 높았다. 또 Weng과 Levison의 보고(1969)보다 PEFR은 낮았으나, FEF<sub>25-75%</sub>는 남아에서는 신장이 140cm 이하인 경우에는 높고, 140cm 이상인 경우에는 낮았고, 여아에서는 예측치가 높았다. 이러한 차이는 인종간의 차이가 가장 큰 요인으로 생각되며 이외에도 공기의 오염도, 사회경제적 요인, 신체활동도 등이 영향을 미칠 것으로 사료된다. 인종간의 차이는 그 원인이 명확히 밝혀진 것은 아니나, Bibi 등(1988)은 인종에 따라 앉은키의 일어난 키에 대한 비가 다른 데서 기인한다고 설명하였다.

FVC는 정적 폐용적 측정시의 폐활량과는 달리 최대 노력성 호기로서 측정된 폐활량으로서 건강인에서는 폐활량과 노력성 폐활량은 동일하나 폐쇄성 환기장애시에 감소한다(Conrad 등, 1984). FEV<sub>1</sub>은 최대 노력성 호기를 시작한 후 1초간의 내쉬 기량을 지칭하는데 폐쇄성 폐질환이 이 지표가 감소하며 이 수치와 여러 호흡기 질환의 장애 정도나 장·단기 예후 사이에 유의한 상관관계가 있고 임상 진단에 있어서 충분한 재현성이 있는 예민한 지표이다(허성호, 1979). 말초 소기도 병변의 조기 진단에 도움을 주는 FEF<sub>25-75%</sub>는 피검자의 노력에 의해 별로 영향을 받지 않으며 경한 기도폐쇄시 FEV<sub>1</sub>보다 민감한 지표가 된다고 알려져 있다(허성호, 1979) PEFR은 노력성 호기를 하는 동안에 최고의 기류 속도를 말하며 기도 폐쇄 및 기도 저항의 정도를 간편하게 판단할 수 있는 방법으로 소아과 영역에서는 검사가 용이한 장점이 있다(Rosenblatt 등, 1963). 이번 연구에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEF<sub>25-75%</sub>는 남녀 모두에서 호소하는 호흡기 증상수에 따른 차이가 나타나지 않았다. PEFR은 남자에서는 호흡기 증상이 2개 이상이 군에서 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았고 여아에서는 증상의 수에 따라 유의한 차이가 나타났다. 이러한 남녀간의 차이는 2개 이상의 호흡기 증상을 호소한 아동 중, PEFR의 감소와 연관이 깊을 것으로 생각되는 가래를 호소하는 아동의 비율이 남녀간에 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다. 즉 2개 이상의 호흡기 증상을 호소하는 36명의 남아 중 가래를 호소하는 아동이 19명(52.8%)이고, 여아에

서는 58명 중 38명(65.5%)으로 여아에서 가래를 호소하는 비율이 높기 때문에 PEFR의 감소가 두드러진 것으로 생각되나 이를 확인하기 위해서는 증상 호소의 숫자가 아닌 호소하는 증상별로 나누어 분석할 필요가 있으리라 사료된다. Bock 등(1985)과 Lioy 등(1985)은 소아를 대상으로 한 연구에서, 오존 농도가 증가함에 따라 FVC, FEV<sub>1</sub>은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, PEFR은 유의하게 감소한다고 보고하였는데 이는 위의 결과와 유사하며 이로 미루어 소아에서는 PEFR이 호흡기 증상을 반영해 줄 수 있는 예민한 폐기능 검사항목으로 생각된다.

## 결 론

6세에서 12세까지의 건강한 아동 815명(남아: 390명, 여아: 425명)을 대상으로 Collins Survey Spirometer(Warren E. Collins, Inc., U.S.A.)를 사용하여 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>를 측정하였고, 면접 조사 방법으로 호흡기 증상(기침, 가래, 목이 따가움, 가슴이 아픔, 가슴이 조임, 숨이 참, 코가 흐름)의 유무를 조사하였다. 다중 회귀분석과 회귀진단을 통해 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>의 예측식을 구하였다. 호흡기 증상이 없는 군, 호흡기 증상이 하나인 군, 그리고 호흡기 증상이 2개 이상인 군 등 세 군으로 나누어 이들 사이의 각 폐기능 검사치를 표준화변수값으로 비교하였다.

연구 결과를 요약하면

1. 남녀 모두에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, PEFR, FEF<sub>25-75%</sub>는 연령, 신장, 체중과 정상관계가 있었고, 상관계수는 신장이 가장 크고 체중, 연령순이었다.
2. 연령, 신장, 체중을 독립변수로 한 다중회귀분석과 회귀진단을 통해 신장만을 독립변수로 한 단일 회귀방정식을 예측식으로 선택하였다.

$$\begin{aligned} \text{남자 : FVC} &= -3.853 + 0.044\text{Ht}(cm) \\ \text{FEV}_1 &= -3.056 + 0.036\text{Ht}(cm) \\ \text{PEFR} &= -5.235 + 0.070\text{Ht}(cm) \end{aligned}$$

$$\text{FEF}_{25-75\%} = -2.223 + 0.034\text{Ht}(cm)$$

$$\text{여자 : FVC} = -3.556 + 0.040\text{Ht}(cm)$$

$$\text{FEV}_1 = -3.210 + 0.037\text{Ht}(cm)$$

$$\text{PEFR} = -5.735 + 0.073\text{Ht}(cm)$$

$$\text{FEF}_{25-75\%} = -3.508 + 0.044\text{Ht}(cm)$$

3. 호흡기 증상호소에 따른 폐기능 검사치의 변화에 대한 분석에서는 여아에서 PEFR이 호흡기 증상 호소가 많을수록 감소되었고 남아에서도 감소되는 경향을 보여 호흡기 증상에 비교적 예민한 학동기 아동의 폐기능 검사지표는 PEFR로 추정되나, 앞으로 이에 대한 추후 연구가 필요하리라 생각된다.

## 참고문헌

- 김윤신, 김동술, 이주형. 실내외 공기오염의 보건학적 영향에 관한 조사연구. 대한보건협회지 1991;17:90-96
- 심태섭, 고평욱. 1985년 한국소아 신체발육표준치. 소아과 1986;29:1-22
- 양선영, 나문주, 최원호, 김광우. 소아 폐기능검사 추정 정상치. 소아과 1989;32:206-214
- 우성, 정규철. 서울시내 국민학교 아동의 노력성 폐활량 및 시한폐활량의 예측. 중앙의대지 1987;12:301-316
- 윤경애, 임형석, 고영률, 김현. 우리나라 학동기 아동의 폐기능 검사 추정 정상치. 소아과 1993;36:25-37
- 임순옥, 이기영. 국민학교 아동의 Peak Expiratory Flow Rate 예측치에 관한 연구. 소아과 1986;29:56-65
- 정규철, 이정희. 서울시내 국민학교 아동의 호기속도-용량곡선. 중앙의대지 1988;13:271-286
- 조아리사, 이건희, 윤혜선. 국민학교 아동을 대상으로 한 폐기능검사 추정 정상치. 알레르기 1992;12:517-527
- 허성호. 최대 호기-용적 곡선의 임상적 이용. 한국 의과학 1979;11(3):129-134
- American Thoracic Society. Standardization of spirometry : 1987 update. Am Rev Respir Dis 1987; 136:1285-1298
- American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative

- strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991;144:1202–1218
- Beck GJ, Doyle CA, Schachter EN. A longitudinal study of respiratory health in a rural community. *Am Rev Respir Dis* 1982;125:375–381
- Bibi H, Goldsmith JR, Vardi H. Racial or ethnic variation in spirometric lung function norms. *Chest* 1988;93:1026–1030
- Biersterker K, Leeuwen PV. Air pollution and peak flow rates of schoolchildren. *Arch Environ Health* 1970;20:382–384
- Bock N, Lippmann M, Liroy P, Munoz A, Speizer FE. The effects of ozone on the pulmonary function of children. *Trans Air Pollut Control Assoc* 1985;TR–4:297–308
- Choudat D, Triem S, Weill B, Vicrey C, Ameille J, Brochard P, Letourneux M, Rossignol C. Respiratory symptoms, lung function, and pneumoconiosis among self employed dental technicians. *Brit J Indust Med* 1993;50:443–449
- Clausen JL. Prediction of normal values in pulmonary function testing. *Clin Chest Med* 1989;10:135–143
- Conrad SA, Kinasewitz GT, George RB. *Pulmonary function testing. 1st ed, New York, Churchill Livingstone, 1984*
- Dickman ML, Schmidt DC, Gardner RM. Spirometric standards for normal children and adolescents (ages 5 years through 18 years). *Am Rev Respir Dis* 1971;104:680–687
- Hsi BP, Hsu KHK, Jenkins DE. Ventilatory functions of normal children and young adults: Mexican–American, white, and black. III. Sitting height as a predictor. *J Pediatr* 1983;102:860–865
- Huang SY, White DP, Douglas NJ, Moore LG, McCullough RE, Weil JV, Reeves JT. Respiratory function in normal chinese: comparison with caucasians. *Respiration* 1984;46:265–271
- Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow–volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:725–734
- Kory RC, Callahan R, Boren HG, Syner JC. The veterans administration–army cooperative study of pulmonary function – I. *Clinical spirometry in normal man. Am J Med* 1961;30:243–258
- Liroy PJ, Vollmuth TA, Lippmann M. Persistence of peak flow decrement in children following ozone exposures exceeding the national ambient air quality standard. *J Air Pollut Control Assoc* 1985;35:1068–1071
- Lyond HA, Tanner RW, Picco T. Pulmonary function studies in children. *Am J Dis Child* 1960;66:196–207
- McBride JT, Wohl MEB. Pulmonary function tests. *Pediatr Clin North Am* 1979;26:537–551
- Miller A, Thornton JC. The interpretation of spirometric measurements in epidemiologic surveys. *Environ Res* 1980;23:444–468
- Morse M, Schlutz FW, Cassels DE. The lung volume and its subdivisions in normal boys 10–17 years of age. *J Clin Invest* 1962;31:380–391
- Neukirch F, Chansin R, Liard R, Levallois M, Leproux P. Spirometry and maximal expiratory flow–volume curve reference standards for Polynesian, European, and Chinese teenagers. *Chest* 1988;94:792–798
- Pennock BE, Cottrell JJ, Roger RM. Pulmonary function testing. *Arch Intern Med* 1983;143:2123–2127
- Rosenblatt G, Alkalay L, McCann PD, Stein M. The correlation of peak flow rate with maximal expiratory flow rate, one–second forced expiratory volume, and maximal breathing capacity. *Am Rev Respir Dis* 1963;87:589–591
- Schwarz J, Katz SA, Fegley RW, Tockman MS. Sex and race differences in the development of lung function. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1415–1421
- Smith HR, Irvin CG, Cherniack RM. The utility of spirometry in the diagnosis of reversible airways obstruction. *Chest* 1992;101:1577–1581
- Strope GL, Helms RW. A longitudinal study of spirometry in young black and young white children. *Am Rev Respir Dis* 1984;130:1100–1107
- Tager IB, Weiss ST, Munoz A, Rosner B, Speizer FE. Longitudinal study of the effects of maternal smoking on pulmonary function in children. *N Engl J Med* 1983;309:699–703
- Taussig LM, Chernick V, Wood R, Farrell P, Mellins RB.

- Standardization of lung function testing in children. J Pediatr 1980;97:668-676*
- Tsimoyianis GV, Jacobson MS, Feldman JG, Antonio-Santiago MT, Clutario BC, Nussbaum M, Shenker IR. *Reduction in pulmonary function and increased frequency of cough associated with passive smoking in teenage athletes. Pediatrics 1987;80:32-36*
- Wall MA. *Office pulmonary function testing. Pediatr Clin North Am 1984;31:773-783*
- Wall MA, Olson D, Bonn BA, Creelman T, Buist AS. *Lung function in north american indian children: reference standards for spirometry, maximal expiratory flow volume curves, and peak expiratory flow. Am Rev Respir Dis 1982;125:158-162*
- Weng TR, Levison H. *Standards of pulmonary function in children. Am Rev Respir Dis 1969;99:879-894*
-