

## 과거 무기분진에 노출된 이직근로자들의 연간 폐기능 변화

<sup>1</sup>근로복지공단 직업성폐질환연구소, <sup>2</sup>용인대학교 환경보건학과, <sup>2</sup>한국산업의학연구소

이정오<sup>1</sup>, 최병순<sup>1</sup>, 이종성<sup>1</sup>, 정지연<sup>2</sup>, 이흥기<sup>2</sup>

## Annual Changes of Lung Function in Retired Workers Exposed to Inorganic Dusts

Joung Oh Lee, M.P.H.<sup>1</sup>, Byung-Soon Choi, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>, Jong-Seong Lee, Ph.D.<sup>1</sup>, Jee Yeon Jeong, Ph.D.<sup>2</sup>, Hong Ki Lee, M.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Occupational lung Diseases Institute, Korea Workers' Compensation & Welfare Service, Ansan, <sup>2</sup>Department of Environmental Health, Yongin University, Yongin, <sup>2</sup>Korea Occupational Medical Institute, Uijeongbu, Korea

**Background:** The aim of this study was to investigate annual changes in pulmonary function in workers who were exposed to inorganic dust.

**Methods:** The subjects were 2,922 male patients who had been diagnosed with pneumoconiosis more than twice during 6 years from 2005 to 2010.

**Results:** Of the 2,922 cases, forced vital capacity (FVC) decreased by 54 mL in 1 year. In contrast, the annual change of forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>) decreased by 56 mL.

**Conclusion:** This is the first study that has investigated the annual change in pulmonary function in workers exposed to inorganic dust. The results will help estimate the pulmonary condition of patients who are unable to perform a pulmonary function test due to age or a disorder.

**Key Word:** Respiratory Function Tests

## 서 론

사람은 정상적으로 나이가 들어갈수록 노력성 폐활량 (forced vital capacity, FVC)과 1초간 노력성 호기량 (forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)은 감소한다<sup>1</sup>. 백인을 대상으로 한 연구에서 남자의 폐기능은 27세까지, 여자의 경우는 20세까지 증가하다가 나이가 들어갈수록 감소하는 것으로 알려져 있다<sup>2</sup>. 1979년 Cotes<sup>3</sup>는 폐질환이 없는 서구 유럽의 남자에서 FEV<sub>1</sub>이 1년에 약 30 mL씩 감소한다고 보고하였다. 그러나 이러한 정상적 감

소 말고도 여러 원인에 의해서 폐기능이 빨리 감소할 수 있는데, 환경부보고서<sup>4</sup>에 따르면 건강한 사람도 대기오염이 심한 곳에서 약 20년 정도 살 경우 남성의 FVC가 1,420 mL, 여성의 경우 300 mL 감소하는 양상을 보이며, FEV<sub>1</sub>은 남성이 1,560 mL, 여성은 560 mL 줄어들어 일상생활이 어려울 정도로 폐기능이 저하될 수 있다고 하였다. 폐기능이 떨어지면 호흡곤란증가와 입원증가, 그리고 사망증가를 야기할 수 있다<sup>5</sup>. 또한 진폐환자의 증상에 따라 폐기능이 감소하고 근무경력에 따라서도 폐기능이 감소한다는 연구가 있었는데<sup>6</sup>, 우리나라에도 분진에 노출되어 진폐증이 발생한 환자가 많다. 최근 연구에 의하면 1997년 11,557명이었던 생존 진폐증자는 이후 연도별로 12,373명, 12,826명, 13,304명, 14,079명, 14,924명, 15,707명, 16,299명, 16,813명이었다가 2006년 1월 1일 현재 17,311명으로 매년 500~1,000명 정도씩 계속 증가하는 것으로 나타났다<sup>7</sup>. 그러나 진폐증이 발생하지 않았더라도 분진노출만으로도 폐기능이 정상보다 빨리 감소할 수 있다.

Address for correspondence: Joung Oh Lee, M.P.H.,  
Occupational Lung Diseases Institute, Korea Workers'  
Compensation & Welfare Service, 95, Il-dong, Sangrok-gu,  
Ansan 426-858, Korea  
Phone: 82-31-500-1805, Fax: 82-31-500-1811  
E-mail: ljo9704@naver.com

Received: Aug. 5, 2011

Accepted: Sep. 28, 2011

따라서 폐기능 감소를 일정 수준으로 유지하여 폐기능이 더 이상 악화되지 않도록 해야한다는 점에서 볼 때, 과거 분진에 노출된 근로자들의 폐기능 변화에 대한 연구는 전 국민건강 증진 및 향상 차원에서 필요한 연구라고 하겠다.

폐기능 검사의 가장 큰 유용성은 추적검사가 가능한 것으로 과거의 폐기능 검사 측정치와 현재의 측정치를 비교하여 검사치의 감소를 파악하는 것이 폐환기능 평가에 가장 좋은 방법이다. 추적검사에서 1년 동안에 FEV<sub>1</sub>이 15% 이상 감소하는 경우 폐질환이 발생했거나 악화되었을 가능성이 매우 높다<sup>1</sup>.

이에 본 연구는 과거 무기분진에 노출된 이직근로자들을 대상으로 6개년에 걸쳐서 반복측정한 폐기능 검사 측정치를 통해 연간 변화량을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

한 곳의 진폐 정밀진단기관에서 정밀진단을 받은 남자 이직근로자들로 2005년부터 2010년까지 6개년에 걸친 폐기능 검사자료를 대상으로 하였다. 폐기능 검사는 60년대부터 시작하였으나 정확성과 신뢰성이 우선되어야 하므로 2005년 미국흉부학회(American Thoracic Society, ATS) 및 유럽호흡기학회(European Respiratory Society, ERS)가 조인하여 가이드라인을 제시하였다<sup>8,9</sup>. 이를 바탕으로 고용노동부에서 폐기능 검사의 측정방법에 대한 표준화교육을 실시하기 시작한 2005년부터 조사하였다. 광업 및 제조업광업에 근무한 여성들은 많지 않아 남성만 선택하였으며, 폐기능의 변화를 조사하기 위해 연구기간 동안 최소 2회 이상 폐기능 검사자료가 있는 경우를 연구 대상으로 하였다.

연구기간 동안 총 폐기능 검사 건수는 7,099건이었으며, 이 중에서 여성인 경우, 기타 질환 등으로 폐기능 검사를 실시할 수 없는 경우, 폐기능 검사의 기록이 불충분하거나 정확성과 신뢰성이 없는 경우, 폐기능 검사가 한 번만 실시된 경우를 제외하고 최종 연구대상은 648명 2,922건이었다.

### 2. 연구방법

연구대상에 대한 조사로 산업분류는 석탄광업과 제조업광업, 근무공간은 갱내 작업과 갱내외 작업, 직종은 채탄 및 굴진, 기타(보수, 운반, 채굴, 채석, 가공, 연마, 조각

등)부서로 조사하여 연간 폐기능 변화량의 평균치를 비교하였다. 근무기간, 흡연력도 같은 방법으로 비교하였다. 연구대상인 진폐 소견과 연령은 처음 진폐 정밀진단을 받았을 당시에 파악하였다. 진폐증 여부는 진폐 정밀진단기관에서 촬영한 흉부 방사선 영상을 가지고 근로복지공단 내 진폐심사 의사, 영상의학과 전문의 6명(2명 1조로 3조 운영)이 합의판독에 의해 진폐 소견이 없는 정상자(0/0, 0/1)와 진폐 소견이 있는 소음영(1/0, 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3, 3/+), 대음영(4A, 4B, 4C)으로 분류하였다.

동일한 폐기능 측정기기 Vmax-22 (SensorMedics, Anaheim, CA, USA)를 사용하여 폐기능지표인 FVC와 FEV<sub>1</sub>을 구하였다. 이 지표들을 구하기 위해 검사를 실시하기 전에 3리터 실린지로 보정하여 기기의 정확성을 확인하였고, 검사의 목적을 설명하고 시범을 보여 대상자가 충분히 이해하도록 하였다. 대상자는 의자에 앉은 자세로 검사를 실시하였고, 호기는 6초 이상 불어내도록 독려하였으며, 마이크로가드 필터는 개개인마다 교체하여 사용하였다. 검사횟수는 적합성이 있는 검사를 3번 이상 실시하여 각 검사의 FVC 및 FEV<sub>1</sub>이 서로 5% (150 mL) 이내가 되는 측정치 중 가장 높은 측정치를 선택하였다(best value method). 이 검사는 2005년 ATS 및 ERS에서 제시하는 표준화방법에 따라 시행하였다.

### 3. 통계분석

모든 통계분석은 SPSS Window version 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 평균과 표준편차로 표시하였고, 연간 폐기능 변화량의 변수 비교는 t-test 및 ANOVA를 실시하여 p값이 0.05 이하인 경우 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

### 1. 연구대상의 일반적 특성

연구대상인 2,922건은 648명의 폐기능 검사 측정치이며 처음 검사 당시 연령을 기준으로 평균 63.1세였다. 60세 미만에서 30.0%, 60~69세 51.1%, 70세 이상 18.9%로 60~69세가 가장 많은 대상자를 차지하였다.

산업분류로 보았을 때 대상자의 97.6% (2,852명)는 석탄광업에 종사했던 이직근로자였고, 2.4% (70명)은 제조업광업에 종사했던 근로자였다. 작업공간은 92.1%가 갱내 작업, 7.9%는 갱내외 작업이었으며, 직종은 채탄이

63.7%, 굴진 25.5%, 기타 10.8%로 분류되었다. 이들의 근무기간은 평균 19년이었으며, 20년 미만인 경우가 48.2%, 20~29년 40.6%, 30년 이상은 11.2%를 차지하였다.

연구기간 내 동일인이 평균적으로 2.3년마다 폐기능 검사를 받았으며, 검사기간간의 차이가 2년 미만인 경우가 42.2%, 2년 이상에서 3년 미만인 30.2%, 3년 이상에서 4년 미만인 17.5%, 4년 이상은 10.1%를 차지했다. 흡연여부로는 비흡연자가 17.1%였으며, 현재흡연자는 31.4%, 과거흡연자는 51.5%를 차지했다. 현재흡연자와 과거흡연자의 흡연량은 평균 19.3갑년(pack year, PY)이었다.

진폐증 여부는 진폐가 없는 정상자가 16.4%, 진폐증 중 소음영이 67.7%, 대음영은 15.9%였다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects

	Number	%	Mean	SD
Age, yr			63.1	7.1
≤59	878	30.0		
60~69	1,493	51.1		
≥70	551	18.9		
Industry				
Mine	2,852	97.6		
Manufacturing mine	70	2.4		
Work area				
Underground	2,692	92.1		
Mix	230	7.9		
Jobs				
Coal collecting	1,860	63.7		
Drilling	745	25.5		
Others	317	10.8		
Working year			19.0	7.1
≤19	1,409	48.2		
20~29	1,186	40.6		
≥30	327	11.2		
Time interval between test, yr			2.3	1.1
≤1.9	1,234	42.2		
2.0~2.9	881	30.2		
3.0~3.9	511	17.5		
≥4.0	296	10.1		
Smoking status, PY			19.3	15.3
No	500	17.1		
Past	1,504	51.5		
Current	918	31.4		
Pneumoconiosis				
Control	480	16.4		
Small opacity	1,977	67.7		
Large opacity	465	15.9		

SD: standard deviation; PY: pack year.

## 2. 노력성 폐활량(FVC) 변화

FVC를 감소시키는 모든 변수들을 분석하여 Table 2에 나타냈다. 처음 시행한 검사치와 마지막 시행한 검사치간의 차이를 나타냈고, 검사기간을 년수로 변환하여 평균 연간 감소를 살펴보았을 때, 연령, 산업분류, 근무공간, 직종, 근무기간, 흡연여부의 모든 변수들이 연간 감소에 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

통계적으로 유의한 차이는 없었으나 연령에서 처음과 마지막 시행한 검사 실측치는 연령이 증가할수록 FVC가 줄어드는 경향을 보였고, 평균 연간 감소는 60세 미만에 비하여 60~69세가 8 mL 더 감소하였다. 산업분류에서는 처음과 마지막 시행한 검사실측치는 석탄광업에 종사했던 근로자가 제조업광업에 종사한 근로자보다 FVC는 낮게 측정되었지만 평균 연간 감소는 제조업광업에 종사한 근로자가 46 mL 더 감소하였다. 근무공간은 처음과 마지막 시행한 검사실측치의 경우, 갯내 작업이 갯내외의 작업보다 FVC가 높게 측정되었고 평균 연간 감소는 갯내외의 작업에서 30 mL 더 감소하였다. 직종에 따라서는 기타(운반, 운전, 공무, 가공 등)로 분류된 그룹이 채탄이나 굴진으로 분류된 그룹보다 더 많이 감소하는 양상으로 나타났다. 근무기간은 처음과 마지막 시행한 검사실측치에서는 근무기간이 길수록 FVC가 줄어드는 경향을 보였으며, 또한 평균 연간 감소도 근무기간이 길수록 더 많이 감소하였다. 흡연여부는 담배를 피우지 않는 그룹에서 평균 연간 감소가 43 mL, 과거에 담배를 피운 그룹에서 54 mL, 현재도 담배를 피우는 그룹에서는 60 mL씩 감소하여, 비흡연자 그룹보다 현재흡연자그룹이 더 감소하는 양상을 보였다.

진폐증 여부는 평균 연간 감소가 정상자에서 46 mL, 진폐증 중 소음영그룹에서 56 mL, 대음영그룹에서 57 mL로 감소하였다. 통계적으로 진폐증여부에 따른 유의한 차이를 보이지는 않았지만( $p > 0.05$ ), 소음영과 대음영의 진폐증자가 정상자에 비해 11 mL, 12 mL씩 더 감소하였다(Figure 1).

FVC 평균 연간 감소는 연구대상 전체 2,922건에서 경시적인 변화를 살펴보았을 때, 처음 시행한 검사치가 평균 3,630 mL, 마지막 시행한 검사치가 3,510 mL로 120 mL 차이를 나타냈다. 검사기간 년수는 평균 2.27년으로 연간 변화량의 평균이 54 mL씩 감소하는 양상을 나타내고 있다(Table 3).

Table 2. Mean decreased FVC of the patients by general characteristics

	First FVC (L)	Last FVC (L)	Differences (L)	Interval (yr)	Decreased (L)	p-value
Age, yr						
≤59	3.94±0.61	3.80±0.57	0.13±0.35	2.40	-0.052±0.197	0,270
60~69	3.59±0.56	3.45±0.53	0.13±0.38	2.28	-0.060±0.260	
≥70	3.26±0.59	3.18±0.53	0.07±0.41	2.05	-0.041±0.266	
Industry						
Mine	3.63±0.62	3.51±0.59	0.12±0.37	2.28	-0.053±0.246	0,121
Manufacturing mine	3.72±0.56	3.55±0.56	0.17±0.28	1.86	-0.099±0.170	
Work area						
Underground	3.64±0.63	3.52±0.59	0.11±0.38	2.27	-0.052±0.249	0,072
Mix	3.57±0.53	3.40±0.49	0.17±0.33	2.25	-0.082±0.181	
Jobs						
Coal collecting	3.61±0.64	3.50±0.60	0.11±0.37	2.26	-0.051±0.231	0,731
Drilling	3.71±0.60	3.58±0.56	0.13±0.39	2.29	-0.058±0.245	
Others	3.55±0.58	3.39±0.54	0.16±0.34	2.29	-0.061±0.310	
Working year						
≤19	3.74±0.63	3.61±0.58	0.12±0.36	2.31	-0.050±0.252	0,667
20~29	3.57±0.60	3.45±0.55	0.12±0.40	2.25	-0.056±0.247	
≥30	3.39±0.59	3.26±0.60	0.12±0.34	2.20	-0.062±0.200	
Smoking state						
No	3.48±0.61	3.38±0.53	0.09±0.37	2.20	-0.043±0.247	0,453
Past	3.61±0.63	3.48±0.61	0.12±0.34	2.28	-0.054±0.251	
Current	3.75±0.59	3.61±0.56	0.13±0.39	2.29	-0.060±0.231	

Values are mean±standard deviation.  
FVC: forced vital capacity.

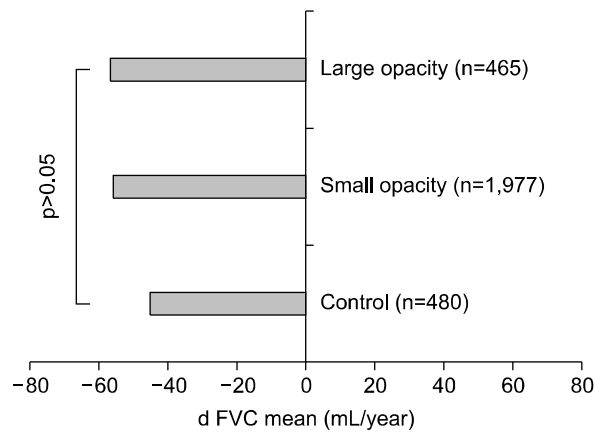


Figure 1. Mean decreased in the FVC values by pneumoconiosis opacity. FVC: forced vital capacity.

### 3. 1초간 노력성 호기량(FEV<sub>1</sub>) 변화

FEV<sub>1</sub>을 감소시키는 모든 변수들을 분석하여 Table 4에 나타냈다. FVC와 같은 방법으로 평균 연간 감소를 살펴보면, 연령, 산업분류, 흡연여부에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 그러나 근무공간, 직종, 근무

기간의 변수들은 연간 감소에 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

통계적으로 유의한 차이를 보인 연령에서 처음과 마지막 시행한 검사실측치는 연령이 증가할수록 FEV<sub>1</sub>이 줄어드는 경향을 보였으나, 평균 연간 감소는 연령이 작아질수록 더 감소하는 경향을 보였다. 산업분류에서는 처음과 마지막 시행한 검사실측치에서 석탄광업에 종사했던 근로자가 제조업광업에 종사한 근로자보다 FEV<sub>1</sub>가 낮게 측정되었다. 하지만 평균 연간 감소는 제조업광업에 종사한 근로자가 49 mL 더 감소하였다. 흡연여부는 담배를 피우지 않는 그룹에서 평균 연간 감소가 46 mL, 과거에 담배를 피운 그룹에서 52 mL, 현재도 담배를 피우는 그룹에서 67 mL씩 감소하여, 비흡연자그룹보다 현재흡연자그룹이 더 감소하는 양상을 보였다.

통계적으로 유의한 차이는 없었으나 근무공간은 처음과 마지막 시행한 검사실측치에서 갱내 작업이 갱내의 작업보다 FEV<sub>1</sub>이 낮게 측정되었고 평균 연간 감소는 갱내 작업에서 4 mL 더 감소하였다. 직종에 따라서는 굴진으로 분류된 그룹이 채탄이나 기타(운반, 운전, 공무, 가공 등)

Table 3. Mean decreased FVC and FEV<sub>1</sub> (n=2,922)

	First FVC (L)	Last FVC (L)	Differences (L)	Interval (yr)	Decreased (L)
FVC	3.63±0.62	3.51±0.58	0.12±0.37	2.27	-0.054±0.244
FEV <sub>1</sub>	2.46±0.53	2.33±0.51	0.13±0.26	2.27	-0.056±0.170

Values are mean±standard deviation.

FVC: forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume in 1 second.

Table 4. Mean decreased FEV<sub>1</sub> of the patients by general characteristics

	First FVC (L)	Last FVC (L)	Differences (L)	Interval (yr)	Decreased (L)	p-value
Age, yr						
≤59	2.78±0.52	2.62±0.49	0.16±0.26	2.40	-0.066±0.148	
60~69	2.40±0.47	2.27±0.46	0.13±0.26	2.28	-0.054±0.181	0.040
≥70	2.10±0.41	2.02±0.40	0.08±0.25	2.05	-0.043±0.169	
Industry						
Mine	2.45±0.53	2.32±0.51	0.12±0.26	2.28	-0.054±0.170	
Manufacturing mine	2.64±0.40	2.46±0.39	0.17±0.26	1.86	-0.103±0.149	0.018
Work area						
Underground	2.45±0.54	2.33±0.51	0.12±0.26	2.27	-0.054±0.171	
Mix	2.49±0.45	2.33±0.43	0.15±0.27	2.24	-0.074±0.147	0.092
Jobs						
Coal collecting	2.45±0.55	2.32±0.53	0.12±0.25	2.26	-0.053±0.154	
Drilling	2.51±0.50	2.36±0.48	0.15±0.27	2.29	-0.065±0.157	0.217
Others	2.41±0.47	2.27±0.44	0.13±0.27	2.29	-0.051±0.262	
Working year						
≤19	2.56±0.56	2.43±0.53	0.12±0.26	2.31	-0.050±0.184	
20~29	2.41±0.48	2.27±0.46	0.13±0.26	2.25	-0.060±0.157	0.268
≥30	2.21±0.48	2.07±0.46	0.13±0.25	2.20	-0.063±0.145	
Smoking state						
No	2.44±0.50	2.34±0.43	0.10±0.29	2.20	-0.046±0.167	
Past	2.42±0.54	2.29±0.52	0.12±0.26	2.28	-0.052±0.185	0.038
Current	2.53±0.52	2.38±0.52	0.15±0.25	2.29	-0.067±0.142	

Values represented the mean±standard deviation.

FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume in 1 second.

로 분류된 그룹보다 더 많이 감소하는 양상을 나타냈다. 근무기간은 처음과 마지막 시행한 검사 실측치는 근무기간이 길수록 FEV<sub>1</sub>이 줄어드는 경향을 보였으며, 또한 평균 연간 감소도 근무기간이 길수록 더 많이 감소하였다.

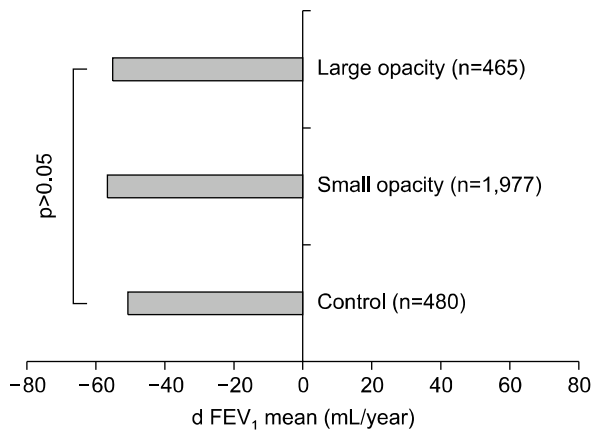
진폐증여부는 평균 연간 감소가 정상자에서 51 mL, 진폐증 중 소음영그룹에서 57 mL, 대음영그룹에서 55 mL로 감소하였다. 통계적으로 진폐증 여부에 따른 유의한 차이를 보이지는 않았지만(p>0.05), 소음영과 대음영의 진폐증자가 정상자에 비해 6 mL, 4 mL씩 더 감소하였다 (Figure 2).

FEV<sub>1</sub> 평균 연간 감소는 연구대상 전체 2,922건에서 경시적인 변화를 살펴보았을 때, 처음 시행한 검사치가 평균

2,460 mL, 마지막 시행한 검사치가 2,330 mL로 130 mL 차이를 나타냈다. 검사기간 연수는 평균 2.27년으로 연간 변화량의 평균이 56 mL씩 감소하는 양상을 나타내고 있다(Table 3).

## 고 찰

폐기능 해석을 평가하는 기본지표는 FVC와 FEV<sub>1</sub> 등으로 임상적, 역학적 연구에 가장 널리 사용된다<sup>10</sup>. 우리나라에서 한 집단에 국한된 폐기능에 대한 조사는 그동안 여러 연구자들에 의해 조사되었지만, 여러 요인들에 의한 폐기능 감소 변화에 대한 연구는 본 연구가 처음이다. 연



**Figure 2.** Mean decrease in the FEV<sub>1</sub> by pneumoconiosis opacity. FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume in 1 second.

령이 증가함에 따라 폐기능이 감소한다는 사실은 여러 논문에서 보고되고 있으며<sup>1,3,11,12</sup>, 폐환기능에 미치는 위험요인은 진폐 소견과 합병증, 연령, 분진 노출기간, 노출수준, 분진 특성, 흡연, 기타 폐질환 동반여부가 관여한다고 알려져 있는데<sup>13-16</sup>, 본 연구는 이러한 폐환기능에 미치는 요인들에서 얼마나 폐기능이 연간 감소의 변화를 나타내는 지 살펴본 것이다. 본 연구결과, 무기분진에 노출되었던 이직근로자의 폐기능 변화를 조사하기 위해 연구기간 동안 최소 2회 이상 폐기능 검사자료가 있는 경우를 연구대상으로 하였으며, 총 대상자는 648명으로 동일인이 반복 측정된 것을 포함, 최종 연구대상은 2,922건이었고, 조사된 FVC와 FEV1의 평균 연간 감소량은 각각 54 mL, 56 mL였다.

Cotes<sup>3</sup>는 정상인 남자에서 FEV<sub>1</sub>이 연간 약 30 mL씩 감소한다고 하였고, 나이의 증가에 따른 폐기능의 저하가 여자보다는 남자에서 더 많다고 하였다. Woolcock 등<sup>17</sup>은 흡연자와 비흡연자에서 연령증가에 따른 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 감소는 차이가 없는 것으로 보고하였으며, Higgins<sup>18</sup>는 흡연 등의 변수를 통제하여 진폐환자에서 폐기능이 심하게 감소한다는 것을 밝혔다.

국내에서 Kim 등<sup>1</sup>이 연구한 건강한 성인의 연령증가에 따른 폐기능 변화에 관한 고찰에서는 나이만을 변수로 하여 남자에서 FVC와 FEV<sub>1</sub>은 나이가 증가함에 따라 유의하게(p<0.01) 감소한다고 했다. 본 연구는 과거 분진에 노출된 이직근로자에서 연령을 60세 미만 집단과 60~69세, 70세 이상 집단으로 분류하여 살펴본 결과 FVC는 차이 없었으며(p>0.05), FEV<sub>1</sub>은 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 본 연구는 FEV<sub>1</sub>에서 나이가 적을수록 더 감소하는

경향을 보였다. 여러 연구자들마다 나이가 들어가면서 폐기능이 줄어든다고 제시하고 있으나 아직까지 유해물질에 노출된 근로자들의 연간 줄어드는 폐기능 변화에 대한 연구는 드물다.

대기오염이 존재하는 지역의 일반국민을 대상으로 남성의 FVC가 연간 71 mL씩, 여성의 경우 연간 15 mL씩 감소하는 양상을 나타냈고, FEV<sub>1</sub>은 남성이 연간 78 mL, 여성은 연간 28 mL 줄어들어 일상생활이 어려울 정도로 폐기능이 저하될 수 있다고 하였다<sup>4</sup>. 본 연구결과와 비교했을 때 FVC와 FEV<sub>1</sub>에서 각각 17 mL, 22 mL씩 본 연구결과가 더 적은 감소의 변화를 보였다.

Choi<sup>19</sup>가 진폐증자의 폐환기능의 결정요인 연구에서 영상의학적 진폐 병형에 따른 폐기능 감소는 대음영 4형, 소음영 3형, 소음영 2형, 소음영 1형의 순이었다고 했다. 진폐 병형을 개략적 분류로 파악하지는 않았지만 정상자 그룹과 진폐증자 중 소음영과 대음영 그룹으로 분류하여 결과를 제시했다. 본 연구는 진폐증자집단이 정상자집단보다 더 많은 감소의 경향을 보여 Choi 등<sup>10</sup>이 연구한 결과와 일치하는 맥락이라 할 수 있다. 진폐 소견에서 폐기능의 감소는 대음영에서만 있으며, 소음영에서는 별다른 영향이 없다는 여러 보고도 있다<sup>20-23</sup>. 또, 소음영의 1형에서는 감소하지 않으나 2형부터 감소한다는 보고도 있다<sup>24</sup>. 외국에서는 진폐 소견과 폐환기능은 일치한다는 보고와<sup>25,26</sup> 일치하지 않는다는 보고도<sup>27,28</sup> 있어 각 연구자들마다 다른 견해를 보이고 있다. 현재 우리나라에 많은 진폐증환자가 있고, 과거 무기분진에 노출되었던 이직근로자들이 진폐 정밀진단을 1년에 약 11,000명 정도 받고 있어, 진폐증을 예방하고 건강한 삶의 질을 유지하기 위해 폐환기능의 보존이 중요하다. 과거 무기분진에 노출되었던 근로자 및 진폐환자가 호흡곤란으로 많은 고통을 받고 있어, 폐기능을 변화시키는 요인들에 대한 규명과 예방 연구가 필요한 것이다.

폐기능이 줄어들면 일상생활도 어려울뿐만 아니라 활동영역이 위축될 수도 있어, 개인의 폐기능이 줄어들지 않도록 유지하기 위해서는 호흡재활 치료나<sup>29,30</sup> 심폐운동을 꾸준히 하는 것이 최우선의 과제라 할 수 있다.

폐기능 검사로 유해물질에 노출된 근로자들의 건강영향 평가를 파악하기 위해 일회성으로 평가할 수도 있으나, 장기적인 추적검사를 통해 건강평가를 살펴볼 수도 있다. 더 바람직한 방법은 장기적인 추적검사이다.

그러나 우리나라 검진시스템 설정에서 동일인이 장기적인 반복측정으로 실시한 폐기능 검사자료를 구하기는

쉽지 않다. 근로자들이 검진병원을 바뀌가면서 검진을 실시하기 때문이다. 본 연구는 6개년에 걸쳐 동일인이 폐기능 검사를 실시한 자료로 우리나라의 무기분진에 노출된 이직근로자들의 폐기능 감소 변화를 처음 보고하고, 연령으로 인한 노후나 질병에 따른 의학적 판단으로 폐기능 검사를 시행하지 못하는 근로자들에게 본 연구에서 조사된 바에 따라 연간 변화량 추세로 폐기능을 유추할 수 있는 유용한 도구가 될 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Kim HW, Yoo ST, Song SH, Joo JC. The effect of aging on the pulmonary function of the healthy adults. *Korean J Anesthesiol* 1990;23:1021-6.
2. Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. *Am Rev Respir Dis* 1976;113:587-600.
3. Cotes JE. Lung function throughout life: determinants and reference values. In: Cotes JE, editor. *Lung function: assessment and application in medicine*. 4th ed. Oxford: Blackwell Scientific; 1979. p. 329.
4. Ministry of Environment. A study on health risk assessment based on biomarkers for environmental pollutants. Seoul: Seoul National University School of Public Health; 2002.
5. Mannino DM, Reichert MM, Davis KJ. Lung function decline and outcomes in an adult population. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;173:985-90.
6. Hyatt RE, Kistin AD, Mahan TK. Respiratory disease in southern west Virginia coal miners. *Am Rev Respir Dis* 1964;89:387-401.
7. Choi BS, Kim BW, Lim JC. A statistical system builds pueumoconiosis. A study report. Ansan: Occupational Lung Diseases Institute, Korea Workers` Compensation & Welfare Service; 2006.
8. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
9. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005;26:153-61.
10. Sung HS, Yoon SJ, Lee TH, Kim DH, Whang JW, Park HK. Evaluation of pulmonary function by the method of spirometric computer. *Korean J Intern Med* 1984;12:1542-9.
11. Lee JM, Kim EJ, Kang MJ, Son JW, Lee SJ, Kim DG, et al. The influence of aging on pulmonary function tests in elderly Korean population. *Tuberc Respir Dis* 2000;49:752-9.
12. Lee MC. Relationship between pulmonary function impairment by one-second forced expiratory volume and radiographic progression in pneumoconiosis. *J Cathlic Med College* 1980;33:505-14.
13. Manfreda J, Sidwall G, Maini K, West P, Chemiack RM. Respiratory abnormalities in employees of the hard rock mining industry. *Am Rev Respir Dis* 1982;126:629-34.
14. Collins HP, Dick JA, Bennett JG, Pern PO, Rickards MA, Thomas DJ, et al. Irregularly shaped small shadows on chest radiographs, dust exposure, and lung function in coalworkers' pneumoconiosis. *Br J Ind Med* 1988;45:43-55.
15. Prowse K, Allen MB, Bradbury SP. Respiratory symptoms and pulmonary impairment in male and female subjects with pottery workers' silicosis. *Ann Occup Hyg* 1989;33:375-85.
16. Seixas NS, Robins TG, Attfield MD, Moulton LH. Exposure-response relationships for coal mine dust and obstructive lung disease following enactment of the Federal Coal Mine Health and Safety Act of 1969. *Am J Ind Med* 1992;21:715-34.
17. Woolcock AJ, Colman MH, Blackburn CR. Factors affecting normal values for ventilatory lung function. *Am Rev Respir Dis* 1972;106:692-709.
18. Higgins IT. Chronic respiratory disease in mining communities. *Ann N Y Acad Sci* 1972;200:197-210.
19. Choi JK. Determinants of pulmonary function in pneumoconiosis. Doctoral thesis. Seoul: Seoul National University; 2003.
20. Cochrane AL, Higgins IT. Pulmonary ventilatory functions of coalminers in various areas in relation to the x-ray category of pneumoconiosis. *Br J Prev Soc Med* 1961;15:1-11.
21. Shford JR, Brown S, Morgan DC. The pulmonary ventilatory function of coal miners in the United Kingdom. *Am Rev Respir Dis* 1968;97:810-26.
22. Seaton A, Lapp NL, Morgan WK. Relationship of pulmonary impairment in simple coal workers' pneumoconiosis to type of radiographic opacity. *Br J Ind Med* 1972;29:50-5.
23. Morgan WK, Handelsman L, Kibelstis J, Lapp NL, Reger R. Ventilatory capacity and lung volumes of US coal miners. *Arch Environ Health* 1974;28:182-9.
24. Chung CK, Yun IG. Screening of Respiratory Impairments in Anthracosis. *Korean J Occup Environ Med*

- 1990;2:93-104.
25. Bates DV, Pham QT, Chau N, Pivoteau C, Dechoux J, Sadoul P. A longitudinal study of pulmonary function in coal miners in Lorraine, France. *Am J Ind Med* 1985; 8:21-32.
  26. Bourgkard E, Bernadac P, Chau N, Bertrand JP, Teculescu D, Pham QT. Can the evolution to pneumoconiosis be suspected in coal miners? A longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:504-9.
  27. Meijers JM, Swaen GM, Slangen JJ. Mortality of Dutch coal miners in relation to pneumoconiosis, chronic obstructive pulmonary disease, and lung function. *Occup Environ Med* 1997;54:708-13.
  28. Merchant JA, Taylor G, Hodous TK. Coal workers' pneumoconiosis and exposure to other carbonaceous dusts. In: Merchant J, editor. *Occupational respiratory diseases*. Washington DC: US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health; 1986. p. 329-400.
  29. Kim HS, Kang HS. Effects of a pulmonary rehabilitation program for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Nurs Research* 2006;12:43-53.
  30. Yoon SH, Na JO, Jegal YJ, Kim MW, Kim ES, Shim TS, et al. Development of the home-based pulmonary rehabilitation program for patients with chronic lung disease. *Tuberc Respir Dis* 2002;52:597-607.