

## 직업성 만성폐쇄성폐질환의 업무관련성 심의 사례들과 산업의학적 평가에 대한 고찰

차 의과대학교 부속 구미차병원 산업의학과, 산업안전보건연구원<sup>1)</sup>, 인하대병원 산업의학과<sup>2)</sup>

이화평 · 고동희<sup>1)</sup> · 이의철<sup>2)</sup>

— Abstract —

### Occupational Chronic Obstructive Pulmonary Disease Cases Evaluated by Workers' Compensation in Korea

Hwa-Pyung Lee, Dong-Hee Koh<sup>1)</sup>, Eui-Cheol Lee<sup>2)</sup>

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Gumi CHA Medical Center,  
College of Medicine, CHA University,  
Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA)<sup>1)</sup>,  
Department of Occupational and Environmental Medicine, Inha University Hospital<sup>2)</sup>*

**Objectives:** To analyse the characteristics of occupational COPD (Chronic obstructive pulmonary disease) cases that were evaluated by the Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI) of the Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA).

**Methods:** Using the OSHRI database from KOSHA, we collected 13 cases of occupational COPD that had been evaluated from 1998 to 2007.

**Results:** Four cases had been evaluated as occupational COPD: 1) a nonsmoking road sweeper exposed to automobile exhaust gases and trash dust; 2) an oxygen welding worker exposed to cadmium fumes; 3) a cotton mill air conditioner cleaning worker exposed to cotton dust; and 4) a foundry grinding worker exposed to dust, gases, vapors and fumes. Nine cases had been evaluated as non-occupational COPD: 1) 4 cases in which smoking was determined to be the main cause rather than occupational exposure; 2) 1 case that was evaluated as another respiratory disease (severe tuberculosis sequelae); 3) 1 case that had been misdiagnosed as COPD; 4) 2 cases in which the exposure levels in the workplace environments were too low; and 5) 1 case that had developed before the employment. Among these 13 cases, a shipyard grinding worker had been evaluated in 2006 as having had a low occupational hazard, but a similar case (a foundry grinding worker) was evaluated as having had a high hazard in 2007.

**Conclusions:** Proper evaluation of occupational COPD demands an accurate diagnosis of COPD itself and also the exclusion of other respiratory diseases that have similar symptoms; an investigation of the relevant occupational hazards and the amount of the exposure; and a consideration of smoking history. The evaluation should also take into account any substantial loss of life due to occupational hazards as well as any disease-free periods.

**Key Words:** Chronic obstructive pulmonary disease, Occupational exposure, Workers' compensation, Dust

## 서 론

만성폐쇄성폐질환은 전세계적으로 4번째 사망원인을 차지하는 질병이며, 앞으로도 계속해서 유병율이 올라갈 것으로 예측되고 있다<sup>1)</sup>. 만성폐쇄성폐질환의 주된 원인은 흡연이지만 모든 만성폐쇄성폐질환의 15%는 직업과 관련되어 있다는 것이 최근의 연구 결과이다<sup>2-3)</sup>.

만성폐쇄성폐질환의 병인은 크게 비직업성과 직업성으로 나눌 수 있다. 두 가지 원인들 중에서 대표적인 비직업성 원인인 흡연의 경우 만성폐쇄성폐질환의 가장 중요한 요인이라는 합의가 형성되어 있는 반면에, 직업성 원인들은 상대적으로 직접적인 원인으로 언급되지 않는 편이었다<sup>4)</sup>. 그러나 최근에는 분진작업과 같은 직업성 노출의 위험성에 대한 합의가 커져가고 있으며, 대규모 인구 집단을 대상으로 한 연구들에서 만성폐쇄성폐질환 환자의 상당한 부분이 분진, 가스, 증기, 흡과 같은 직업성 노출로 인한 것이라는 근거들이 늘어가고 있다<sup>2-4)</sup>.

특정한 환자에게 발생한 만성폐쇄성폐질환을 직업성 원인에 의한 것이라고 세부적으로 명확하게 분류하는 것은 매우 어려운 일이다. 그 이유는 질병이 느리게 진행하고, 기도폐색이 만성적이며, 노출 중단 후에도 가역적으로 회복되지 않기 때문이다<sup>5)</sup>. 따라서 직업성 만성폐쇄성폐질환은 직업성 천식처럼 임상적 진단을 통하여 질병 발생을 확인할 수가 없고, 노출 노동자 집단에서의 질병의 초과 발생을 역학적으로 관찰하는 것을 바탕으로 질병을 파악하게 된다<sup>5-7)</sup>.

많은 연구들을 통하여 만성폐쇄성폐질환의 직업성 원인에 대한 역학적 근거들이 제시되고 있지만 산재로 인정받는 경우는 아직 적은 편이다. 또한 흡연의 과거력이 있는 만성폐쇄성폐질환 환자의 직업성 원인에 대한 평가와 산재보상에 대해서는 국내외적으로 아직도 많은 논란이 있다<sup>8-10)</sup>.

이번 연구는 한국산업안전공단 산하 산업안전보건연구원이 근로복지공단의 의뢰를 받아 시행한 업무관련성 여부 심의 사례들을 조사하였으며, 만성폐쇄성폐질환의 직업성 원인에 대한 근거들을 함께 고찰하여 직업성 만성폐쇄성폐질환에 대한 산업의학적 평가의 시행에 도움을 주고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 심의 사례 조사

국내에서 산재요양 신청이 접수되면 이에 대한 승인 심사는 근로복지공단이 시행한다. 그러나 심사에 어려움이 있는 사례들에 대해서는 근로복지공단이 한국산업안전공

단 산하 산업안전보건연구원에 역학조사를 의뢰할 수 있다. 이후 산업안전보건연구원은 해당 사례에 대한 역학조사와 업무관련성 평가에 대한 심의를 시행하며, 그 결과를 토대로 근로복지공단은 최종적으로 승인여부를 결정하게 된다.

본 연구에서는 1998년부터 2007년까지 이루어진 각종 질병들의 업무상 질병 여부에 대한 심의 기록들을 담고 있는 산업안전보건연구원의 전산자료에서 만성폐쇄성폐질환을 진단명으로 하는 13건의 역학조사 사례들을 수집하였다. 이들 사례들의 역학조사 기록으로부터 질병명, 병력, 직업력, 흡연력, 해당 유해인자, 사업장의 작업환경 측정 기록, 업무관련성 평가에 대한 심의 결과를 파악하였다. 그러나 환자의 상이한 병력과 심의 자료들의 서술 방식의 차이로 인하여 모든 환자들의 병력과 검사 결과들을 동일하게 비교하는 것에는 어려움이 있었으며, 일부 환자들의 경우에는 폐기능 검사 결과 수치들과 같은 질병 기록이 없는 경우도 있었다.

### 2. 통계분석

기술 분석을 위한 통계분석에는 R version 2.8.1을 사용하였다.

## 결 과

### 1. 대상자의 특성별 분포

대상자들의 평균연령은 57.5±7.7세이었다(Table 1). 성별은 남자가 12명(92.3%), 여자가 1명(7.7%)이었다. 대상자들이 노출된 유해인자는 도로상 매연(미세 분진)과 일반쓰레기 분진(연탄재 포함), 의약품원료 생산과정의 유해물질(약물 분진, 황산 증기), 신발밀창 재료 분진, 폴리에스테르섬유 분진, 자동차배기가스, 용접 흄, 은납 봉을 이용한 산소용접시 발생하는 카드뮴 흄, 요업공장의 소각로 분진, 자동차 금형 개발부서의 구조작업 분진, 조선소의 사상작업 분진, 먼 분진, 재활용 폐비닐 분류 작업장의 분진과 약취, 주물공장의 사상작업 분진이었다. 유해인자에 대한 평균 노출 년 수는 21.1±8.9년이었다. 흡연자들은 총 11명이었으며 평균 21.5±16.0갑년의 흡연력을 가지고 있었다. 전체 대상자중 1명은 비흡연자였으며, 1명은 남편의 흡연에 대한 2차 흡연자였다(Table 1, 2). 대상자들의 직업은 환경미화원, 의약품원료 생산공장 노동자, 신발밀창 생산공장 관리직 사원(생산부장), 부직포(폴리에스테르섬유) 생산공장 노동자, 시내버스기사, 선반작업자(간헐적인 산소용접 시행), 냉매 압축기공장의 은납봉을 이용한 산소용접 작업자, 요업공

장의 소가로 작업자, 자동차 금형작업과 주조품 개발부서

작업자, 조선소 사상공(사상과 도장 작업), 방적공장 공조기 청소 및 교체 작업자, 재활용 페비닐 분류 작업자, 주물공장 사상공이었다(Table 2).

**Table 1.** General characteristics of the study population (N=13)

Variables	Number	
Age (years)	Mean±SD	57.5±7.7
	Minimum	43.0
	1st quartile	54.0
	Median	59.0
	3rd quartile	59.0
	Maximum	71.0
Gender	Male	12
	Female	1
Exposure duration (years)	Mean±SD	21.1±8.9
	Minimum	6.0
	1st quartile	13.0
	Median	22.0
	3rd quartile	26.0
	Maximum	36.0
Smoking amount (pack · years)	Mean±SD	21.5±16.0
	Minimum	0
	1st quartile	11.0
	Median	25.0
	3rd quartile	30.0
	Maximum	60.0

2. 심의 내용의 일반적인 특징

각 사례들이 심의를 거치는 과정에서 고려되고 있는 내용들을 나열하면 다음과 같다. 1) 각종 검사(폐기능 검사, 흉부 단순방사선 촬영, 흉부 컴퓨터단층촬영)의 결과와 만성폐쇄성폐질환의 정의에 부합하는 정확한 진단에 대한 확인, 2) 제시된 유해인자와 해당 질환과의 인과관계를 뒷받침할 수 있는 근거에 대한 확인, 3) 흡연에 의한 질병 발생의 가능성에 대한 검토 4) 환자의 생체시료(혈액, 소변)에서 나타나는 대사 물질의 초과 정도(예, 카드뮴 흡의 경우에 혈중 및 요중의 카드뮴), 5) 작업장에 대한 방문·측정의 결과 혹은 과거에 시행한 작업환경측정에서 노출 기준에 대한 초과 여부(예, 금속 분진, 먼 분진), 6) 작업 시 국소배기장치와 개인보호장구의 사용 여부

3. 업무관련성이 높다고 평가된 사례들의 특징

업무관련성이 높다고 평가된 4건의 사례들의 특징을 정

**Table 2.** Occupational exposure characteristics of the study population (N=13)

Case number	Year	Gender	Age	Occupation	Hazard	Exposure duration (years)	Smoking amount (pack-years)
1	1998	Male	54	Sweeper	Automobile exhaust gases, dust	24	0*
2	1998	Male	59	Raw pharmaceutical material production worker	Pharmaceutical raw material dust, sulfuric acid vapors	26	60
3	2000	Male	59	Production director of shoe bottom-piece production factory	Shoe bottom-piece material dust	12	30
4	2001	Male	50	Non-woven fabric (polyester textile) production worker	Polyester fabric dust	20	25
5	2002	Male	43	City bus driver	Automobile exhaust gases	22	8
6	2004	Male	62	Lathe worker (sometimes oxygen welding works)	Welding fumes	13	25
7	2004	Male	50	Oxygen welding worker in refrigerant compressor production line	Silver/lead solder welding fumes (cadmium fumes)	26	14
8	2004	Male	71	Pottery worker (incinerator operating and cleansing)	Incinerator dust, gases	10	18
9	2005	Male	55	Car parts molding and casting researcher	Foundry dust, gases, vapors, fumes	31	11
10	2006	Male	59	Grinding and painting worker in the shipyard	Grinding dust, gases, vapors, fumes	29	30
11	2006	Male	59	Cotton mill air conditioner cleaning worker	Cotton dust	19	28
12	2006	Female	70	Recycled vinyl resin assorting worker	Dust, offensive odors	6	0 <sup>†</sup>
13	2007	Male	56	Grinding worker in the foundry	Grinding dust, gases, vapors, fumes	36	30

\*: non-smoker, †: environmental tobacco smoke (ETS)

리하면 다음과 같다(Table 3).

사례 1의 경우에는 24년간 환경미화원으로 근무하면서 도로상 배연(미세 분진)과 일반쓰레기 분진(연탄재 포함)에 노출된 54세 남성 노동자로서 비흡연자이다. 폐기능 검사상 자세한 수치는 없으나 심한 기도 폐쇄, 종말기관지 폐쇄, 중등도의 제한성 폐기능 이상으로 진단되었다. 흉부 단순방사선 사진상 10년 전 치료한 비활동성 폐결핵, 폐기종의 소견이 있었다.

사례 7의 경우에는 26년간 용접작업을 시행한 용접공으로서 초기 18년간은 은납땀을 이용한 산소용접을 주로 하였고, 이후에는 전기용접과 산소용접을 가끔 시행하면서 용접 흠에 장기간 노출되었던 50세 남성 노동자이다. 흡연력은 14갑년이었다. 카드뮴 중독으로 인해 단백뇨, 신장세뇨관 기능장애, 골다공증이 모두 나타났고 생체시료에서 혈중 및 요중의 카드뮴 농도가 기준치의 2~3배 이상 높게 검출되었다. 흉부 컴퓨터단층촬영상 폐기종은 있었으나 폐기능 검사는 모두 정상이었다. 작업환경측정에서 개인포집시료는 정상이었으나 집진기방출구의 카드뮴은 기준치의 6배 이상 높게 검출되었다.

사례 11의 경우에는 19년간 방적공장 공조기 공기필터의 먼 분진을 청소하고 교체하는 작업을 담당했던 59세 남성 노동자이다. 흡연력은 28갑년이었다. 작업 중 개인보호구나 국소배기장치는 사용되지 않았으며, 작업환경측정 결과 먼 분진이 노출 기준의 2.3배, 진균내독소 노출은 NOAEL(No Observed Adverse Effect Level) 기준의 1~1.5배 정도로 초과하는 것으로 나타났다. 환자는 9년 전부터 기침, 가래, 숨참이 있었고 5년 전부터는 급성 천식 증상이 생겼다. 4년 전의 의무 기록에서는 폐기능 검사상 기도 폐쇄 소견과 기관지 가역성 소견이 확인되었다. 산재요양 신청 후 의뢰된 특진에서 시행한 폐기능 검사에서 예측치에 대한 1초강제호기량(FEV1 (%P))은 31%, 예측치에 대한 폐활량(FVC (%P))은 41%, 1초강제호기율(FEV1/FVC (%))은 62%이었으며 기관지확장제 투여후 FEV1이 51.4%(360 mL) 증가하여 가역성을 보였다. 2.5주 동안의 치료(기관지확장제와 전신스테로이드제 사용) 후 FEV1 (%P)은 68%, FVC (%P)는 95%, FEV1/FVC는 58%로 회복되었다. 환자는 메타콜린 유발검사에서 기관지과민반응이 나타났고, 먼 분진 추출액에 의한 유발검사에서 FEV1이 감소되었다. 흉부 컴퓨터단층촬영 소견은 범소엽성의 폐기종이었다. 이러한 환자의 상태는 5년 전부터 발생한 천식이 만성화되면서 비가역적으로 폐기능이 저하된 것으로 판단되었다.

사례 13의 경우에는 36년간 주물공장 사상공으로 근무하면서 분진, 가스, 흠, 증기에 노출된 56세 남성 노동자이다. 흡연력은 30갑년이었다. 최근 6년간은 개인보호장구(방진마스크)가 지급되었으나 과거 30년간은 적당한 개

인보호장구 없이 작업을 시행하였다. 국소배기장치는 과거에 근무한 일반 주물공장과 최근에 근무한 선박부품 주물 작업장 두 군데 모두 설치되어 있지 않았다. 폐기능 검사상 FEV1 (%P)은 48.1%, FEV1/FVC (%)는 59.7%이었으며 기관지확장제 투여후 FEV1이 12.8% (180 mL) 증가하여 비가역성을 보이는 것으로 나타났다. 흉부 컴퓨터단층촬영 소견상 중심소엽성 폐기종, 비활동성 폐결핵 소견이었다.

#### 4. 업무관련성이 낮다고 평가된 사례들의 특징

업무관련성이 낮다고 평가된 9건의 사례들의 특징을 정리하면 다음과 같다(Table 4). 1) 직업성 요인보다는 흡연에 의한 만성폐쇄성폐질환으로 판단된 경우 4례(부직포(폴리에스테르섬유) 생산공장 노동자, 간헐적으로 산소용접을 시행했던 선반작업자, 요업공장 조각로의 가동?청소 작업자, 조선소 사상공), 2) 다른 호흡기 질환(심한 결핵의 후유증)에 의한 질병 발생의 가능성이 큰 경우 1례(자동차 금형작업과 주조품 개발부서 작업자), 3) 만성폐쇄성폐질환으로 잘못 진단된 경우 1례(시내버스 기사). 이 사례의 경우에는 임상 증상, 방사선사진 모두에서 근거가 미흡하였고 초진에서 폐기능 검사를 통한 폐쇄성 환기장애의 확인이 없이 만성폐쇄성폐질환으로 소견서가 발행된 사례였다. 4) 작업 환경상 유해인자에 대한 노출의 정도가 너무 낮은 경우 2례(현장에 장시간 머물지 않는 신발 밀착 공장의 관리직 사원(생산부장), 밀폐공정이 설치된 의약품원료 공장 노동자), 5) 유해인자에 노출되기 이전에 이미 발병하여 시간적으로 선후관계가 성립이 되지 않는 경우 1례(취직 전부터 이미 진단을 받았던 재활용 폴리에스터 페비닐 분류 작업자).

### 고 찰

최근 여러 나라에서 시행된 대규모 연구들에서 만성폐쇄성폐질환의 상당한 부분이 분진, 가스, 증기, 흠에 의한 직업성 노출에서 비롯된다는 근거들이 늘어가고 있다<sup>8)</sup>. 미국에서 시행된 경시적 연구들에서 가스, 분진, 흠에 노출된 경우, 나이와 흡연을 보정하고도, 만성폐쇄성폐질환으로 인한 사망의 예측인자인 FEV1이 매년 7~8 mL씩 감소하는 것으로 나타났으며<sup>11,12)</sup>, 2003년 미국흉부학회(ATC, American Thoracic Society)는 일반 인구를 대상으로 한 8개의 대규모 연구들을 종합적으로 평가하여 만성폐쇄성폐질환에서 직업적 노출이 차지하는 일반인구 기여위험도(PAR%, population attributable risk%)를 15%로 계산하는 합의적 결론(consensus documents)을 제시한 바 있다<sup>3)</sup>. 이후의 연구들에서도 비슷한 결론들

**Table 3.** Working environment and other medical conditions of 4 cases that had been evaluated as occupational COPD (N=4)

Case number	Occupation & hazard	Work environment monitoring	Use of local ventilation, PPE*	FEV1/FVC (%) <sup>†</sup>	FVC (%) <sup>†</sup>	FEV1 (%P) <sup>‡</sup>	Interpretation of PFT <sup>†</sup> and reversibility	Radiologic finding	Other medical conditions
1	Sweeper (automobile exhaust gases, dust)	- <sup>§</sup>	-	<70			Severe obstructive pattern with moderate restrictive pattern in PFT**	Emphysematous lung, inactive pulmonary tuberculosis on chest X-ray	
7	Oxygen welding worker (cadmium fumes)	Individual sampling was normal but 6 times more cadmium was detected in fume ventilation device than exposure limit.	Local fume ventilator had been used.	Normal respiratory pattern in PFT**				Emphysema (panacinar) on chest CT <sup>††</sup>	Abnormally increased serum/urine cadmium, renal tubular function disorder, osteoporosis
11	Cotton mill Air conditioner cleansing worker (cotton dust)	2.3 times more cotton dust was detected than exposure limit.	Neither PPE nor local ventilation had been used.	62 <sup>+++</sup>	41	31	First test result Reversible (increase in FEV1 of 51.4% and 360 mL)	Emphysema on chest CT	Positive provocation test using cotton dust extract
13	Grinding worker in foundry (grinding dust, gases, vapors, fumes)	In epidemiologic studies, more RCS <sup>++++</sup> than exposure limit was detected at similar foundries in same industrial area as the case.	No PPE for 30 years, proper PPE for recent 6 years, no local ventilation for 36 years	58	95	68	Second test result (2.5 weeks later) Positive methacholine test	Emphysema (centrilobular), inactive pulmonary tuberculosis on chest CT	

\*: personal protective equipment, <sup>†</sup>: forced expiratory volume in one second/forced vital capacity, <sup>‡</sup>: forced vital capacity in percentage of predicted, <sup>§</sup>: forced expiratory volume in one second in percentage of predicted, <sup>†</sup>: pulmonary function test (Post-bronchodilator test was performed as a reversibility test.), <sup>‡</sup>: data are not available, <sup>\*\*\*</sup>: numerical data of PFT result are not available, <sup>+++</sup>: computerized tomography, <sup>++++</sup>: some data on evaluation report have been described only as constan, <sup>++++</sup>: respirable crystalline silica

**Table 4.** Working environment and other medical conditions of 9 cases that had been evaluated as non-occupational COPD (N=9)

Case number	Occupation & hazard	Work environment monitoring	Use of local ventilation, PPE*	FEV1/FVC (%P) †	FVC (%P) †	FEV1 (%P) ‡	FEV1/FVC (%P) ‡	Interpretation of PFT <sup>†</sup> and reversibility	Radiologic finding	Other medical conditions
2	Raw pharmaceutical material production worker (pharmaceutical raw material dust, sulfuric acid vapors)	All the results of monitoring were less than exposure limit.	Local ventilator had been used. All the processes were sealed.	43**	55	33			Emphysema, pneumothorax on chest X-ray	PFT was performed 5 days after acute exacerbation of upper respiratory infection.
3	Production director of shoe bottom-piece production factory (shoe bottom piece material dust)	More dust was detected than exposure limit for 3 consecutive years.	-** (Patient was not a worker but a director and stayed inside factory only for 2 to 3 hours a day.)	≥70 (accurate data of PFT is not available)	≥70	≥70		Negative methacholine test	Inactive pulmonary tuberculosis on chest X-ray	Wheezing and cough was developed 1 month after retirement (lack of temporal relationship), and there was no symptom during 12 years of employed period.
4	Non-woven fabric (polyester textile) production worker (polyester fabric dust)	All the result of monitoring were less than exposure limit.	-	-	-	-		-	Normal chest X-ray	Hypoxic brain damage due to acute respiratory failure after the acute exacerbation of upper respiratory tract infection
5	City bus driver (automobile exhaust gases)	-	Neither PPE nor local ventilation had been used.	87	70	77			Normal chest X-ray	COPD had been diagnosed without performing PFT.
6	Lathe worker (sometimes oxygen welding works) (welding fumes)	-	Low quality ventilation device had been used, PPE had been used only sometimes.	85	48	40		Irreversible (increase in FEV1 of 2%)	Emphysema (centrilobular) on chest CT <sup>††</sup>	PFT was performed next day after hospitalization due to dyspnea. (Patient was expired 2 weeks later.)
8	Pottery worker (incinerator operating and cleansing) (incinerator dust)	-	Low quality ventilation device had been used, PPE had been used.	51	59	44		Irreversible (increase in FEV1 of 9% and 90 mL)	Emphysema (centrilobular) on chest CT	Coronary heart disease
9	Car parts molding and casting researcher (foundry dust)	All the result of monitoring were less than exposure limit.	-	60.8	81.0	60.4	60.8	first test result Reversible (increase in FEV1)	Severe destructive lung parenchyme and fibrous change after	Negative provocation test using formaldehyde and toluene diisocyanate

	second test result (5 weeks later)	of 21.4% and 360 mL), negative methacholine test	old tuberculosis on simple X-ray and chest CT	(TDD), Symptoms became more severe 7 months after cessation of exposure.		
					72.7	79.7
10	Grinding and painting worker in the shipyard (grinding dust, gases, vapors, fumes)	57.2	53.5	40.3	Irreversible Bronchiectasis on both lower lung field on chest X-ray and chest CT	PFT was performed during acute exacerbation of dyspnea.
12	Recycled vinyl resin assorting worker (dust, offensive odors)	51	104	71	Neither PPE nor Local ventilation had been used	

\*: personal protective equipment, †: forced expiratory volume in one second/forced vital capacity, ‡: forced vital capacity in percentage of predicted, †: forced expiratory volume in one second in percentage of predicted, ‡: pulmonary function test (Post-bronchodilator test was performed as a reversibility test), †: numerical data of PFT result are not available, \*\*: some data on evaluation report have been described only as constant, \*\*: Computerized tomography

이 도출되고 있는데 Hnizdo et al(2002)은 업무에 기인한 만성폐쇄성폐질환의 기여분율(AF, attributable fraction)을 전체적으로 19.2%, 비흡연자의 경우 31.1%로 보고하였다<sup>13)</sup>. 미국인들을 대상으로 한 최근의 한 연구에서 흡연, 성별, 인종에 대한 보정을 거친 후 나타난 직업적 노출과 관계된 교차비는 2.0(95% C.I. 1.6~2.5), 보정된 일반인구 기여위험도는 20%(95% C.I. 13~27%)로 보고하였다<sup>14)</sup>. 또한 흡연의 영향과는 독립적으로 과거의 직업적 노출이 만성폐쇄성폐질환의 가능성을 유의하게 상승시키고, 5명의 만성폐쇄성폐질환 환자 중 1명 정도는 직업적 노출에 의한 것일 수 있음을 결론으로 제시하였다<sup>14)</sup>.

만성폐쇄성폐질환의 직업성 원인에 대한 근거들이 증가하고 있음에도 불구하고 질병의 발생 과정에서 흡연이 차지하는 비중이 매우 크기 때문에 직업성의 여부와 직업병으로서의 사회적인 보상은 수십 년간 논란의 대상이었다<sup>8-10)</sup>. 직업성 만성폐쇄성폐질환에 대한 산업의학적 평가의 과정에서 흡연과 직업적 노출 중 어느 것이 더 우선하게 질병 발생의 원인으로 작용하였는가는 문제를 과학적으로 정확하게 판단해 줄 수 있는 평가 기준은 아직 없다. 그러나 영국에서는 1993년부터, 20년 이상 탄광 지하에서 근무한 노동자의 경우, 흡연자라고 할지라도 만성폐쇄성폐질환에 대하여 보상을 받을 수 있는 자격이 되었고, 독일에서도 만성폐쇄성폐질환이 직업병으로 보상을 받게 되었다<sup>8,15)</sup>. 일반 분진들과 비교할 때 탄광 분진의 독성이 더 강한 것은 아니지만 고농도의 장기 노출이라는 특징으로 인하여 산재보상의 대상이 되었다<sup>8)</sup>. 이러한 보상은 초기에는 탄광의 지하작업자에게만 해당되었지만 최근 영국의 산재자문위원회(IIAC, Industrial Injury Advisory Council)는 새롭게 제시되고 있는 근거들을 바탕으로 탄광의 지상작업자(surface worker)들 중에서도 분진의 양이 많은 분류 작업자들(screen workers)에 대하여 보상 기준을 마련하였다<sup>16,17)</sup>. 이 기준에 따르면 분류 작업자들의 근무력은 효과적인 습윤공정(wetting process)이 도입된 시점인 1983년 이전의 지상 근무 2년에 대하여 지하 근무 1년에 준하는 것으로 계산된다. 결과적으로 지상과 지하 작업력의 합이 지하 작업력 20년 이상과 같다고 판단될 경우에 보상을 하게 된다<sup>16)</sup>. 또한 해당 작업력과 함께 폐기능 검사의 FEV1이 1리터 이상 감소한 경우를 보상의 기준으로 하고 있다<sup>16,17)</sup>. 현재 영국에서 보상되고 있는 직업성 만성폐쇄성폐질환은 탄광부와 탄광의 분류작업자의 만성폐쇄성폐질환, 면작업자(cotton worker)의 면폐증, 20년 이상 카드뮴 흡에 노출된 작업자의 폐기종이다<sup>16,17)</sup>. 하지만 이러한 기준들도 과학적인 근거들을 참고하여 마련한 행정적인 판단의 기준이며, 해당 질병이 직업적 원인에 의한 것임을 증명하는 절대적인

방법이 될 수 있는 것은 아니다.

우리나라의 경우 '진폐의 예방과 진폐근로자의 보호 등에 관한 법률(진폐법)'이 기관지염과 폐기종을 진폐의 합병증으로 규정하고 있다. 그러나 기관지염과 폐기종의 소견만으로 만성폐쇄성폐질환이 진단되는 것은 아니며, 진단 기준에 합당한 폐기능 검사의 이상 소견이 있을 때에만 만성폐쇄성폐질환으로 진단이 되게 된다<sup>18)</sup>. 따라서, 본 연구의 사례들에서 나타나듯이, 초진 과정에서 폐기능 검사를 시행하지 않고 질병의 진단이 이루어지거나(사례 5), 다른 호흡기 질환에 대한 충분한 평가 없이 신청이 이루어진(사례 9) 경우에 소모적인 산재신청 과정으로 이어지는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 방지하기 위하여 산재신청의 과정에서 폐기능 검사의 결과를 확인하고 다른 호흡기 질환(예, 천식, 심한 결핵의 후유증 등)에 의한 폐기능 저하의 가능성을 평가하는 과정이 반드시 필요하다고 할 수 있겠다.

이렇듯 폐기능 검사가 만성폐쇄성폐질환의 평가에 매우 중요한 역할을 하고 있지만, 일회성으로 이루어지는 검사의 신뢰성에 대한 문제도 있을 수 있다. 현재 국내에서는 산업안전보건연구원의 심의 과정에서 초진 병원의 검사 결과를 확인한 뒤, 필요하다고 판단될 때 추가적인 특진을 외부 병원에 의뢰하여 다시 한 번 평가하는 방법을 활용하고 있다. 그러나 산재 심의 과정에서 특진을 한다고 하더라도 검사의 신뢰도 문제는 여전히 남아있을 수 있다. 이러한 문제를 최소화하기 위하여 폐기능 검사의 시행 과정에서 정확도와 재현성을 확인하고 표준 시행지침을 준수하는 과정이 반드시 지켜져야 할 것이다.

본 연구의 사례들 중에서 업무관련성이 높다고 평가된 4건의 사례들을 개별적으로 살펴보면, 은남봉 용접공의 사례의 경우에는 흉부 컴퓨터단층촬영상의 폐기종 소견이 있다고 하더라도 폐기능 검사가 정상이기 때문에 만성폐쇄성폐질환이 아닌 카드뮴 중독의 사례라고 할 수 있다. 방직공장 공조기 청소부의 먼 분진 노출에 의한 사례도 분진에 의한 만성폐쇄성폐질환이라기 보다는 먼 분진에 의해서 발생한 천식이 만성화되면서 비가역적으로 폐기능이 저하된 경우로 보아야 한다. 환경미화원의 도로상 매연(미세 분진)과 일반쓰레기 분진(연탄재 포함)에 의한 노출 사례의 경우는 업무관련성이 높은 것으로 평가되었지만 환자가 비흡연자였기 때문에 흡연력이 함께 있는 만성폐쇄성폐질환의 사례는 아니다.

따라서 총 13례의 사례들 중에서 흡연력이 있는 순수한 만성폐쇄성폐질환의 사례는 조선소 사상공과 주물공장 사상공의 사례들이다(사례 10과 사례 13). 두 환자들은 모두 흡연력이 있었고 진폐와 같은 기존의 특별한 호흡기 질환 소견은 없었다. 이 두 사례들이 완전히 일치하는 직업력을 가지는 것은 아니었으나 금속 표면의 사상이 주된

작업이었으며, 분진, 가스, 흙, 증기와 같은 전형적인 직업성 만성폐쇄성폐질환의 유해인자에 노출된 노동자들에게 대한 심의 사례였다는 점에서 매우 유사한 사례들이라고 할 수 있다. 이들 사례들은 시간적인 차이를 두고 심의 결과에 변화가 있었는데 2006년의 조선소 사상공의 사례는 업무관련성이 낮은 것으로 평가 되었으나 2007년의 주물공장 사상공의 사례는 추가 심의를 위해 역학조사평가위원회에 상정되었고 최종적으로 업무관련성이 높은 것으로 평가되었다.

2006년의 심사에서는 분진 노출(약 29년)이 흡연력(약 30갑년)보다 더 강력한 발생 원인으로 판단하기 어렵다는 것이 업무관련성을 낮게 평가한 중요한 이유였다. 그러나 사상 작업이 환자의 질병 경과에 영향을 줄 수 있다는 것을 완전히 배제하기는 어렵다는 점이 언급되어 있다. 흡연자의 경우에 있어서 직업성 원인의 영향이 흡연의 영향보다 클 경우에 보상한다고 판단하는 방식은 주의하여야 할 부분인데 두 가지 원인이 적어도 상가적으로(additive effect) 작용하고 있기 때문이다<sup>4,14)</sup>. 만성폐쇄성폐질환의 생물학적 모형을 볼 때 흡연과 노화현상에 의해 감소되는 폐기능이 직업성 유해인자로 인하여 가속화될 수 있는데 이러한 경우에 있어서 상당인과관계는 단순한 기여분율의 값보다 훨씬 커질 수 있기 때문이다<sup>19)</sup>. 이러한 경우에는 환자가 흡연자라고 할지라도 직업성 유해인자에 의한 폐기능의 감소가 평균수명 혹은 건강수명의 실질적인 단축을 가져왔는가라는 문제를 충분히 고려하여야 할 것이다.

2007년의 평가에서는 환자가 흡연자였지만 전체 직업력(36년)의 상당한 기간(30년) 동안 적당한 개인보호구의 사용이 제대로 이루어지지 않았던 점과 전체 노동 기간 동안 국소배기장치의 사용이 없었던 현실적인 문제점들이 추가적으로 고려되었다.

외국의 연구들에서 제철 주물공장, 알루미늄 용해로, 코크스로(coke oven)에서 일하는 작업자들의 폐기능은 일반인보다 떨어지는 것으로 나타난다<sup>20-22)</sup>. 그리고 과거 우리나라와 유사한 산업 환경을 가진 인도, 파키스탄, 방글라데시와 같은 개발도상국들에 위치한 소규모 제철 주물공장에서 시행된 한 연구에서 기중 분진 측정값은 3.66~21.89 mg/m<sup>3</sup>이었고, 노출군 81명은 비노출군 113명과 비교하여 FEF 25~75% (midexpiratory flow)는 35.8%, FEV1은 9.7%, PEF(peak expiratory flow)는 35.1%, FEV1/FVC는 14.3%, FEV1/VC는 14.2%가 각각 유의하게 낮은 것으로 나타났다(p<0.05)<sup>20)</sup>.

사례 13의 환자가 근무했던 지역인 인천광역시에 위치한 15개 주물공장들에 대한 역학조사에서 조사대상 425명 중 13.8%인 59명이 흉부 단순방사선 촬영 결과 진폐 또는 진폐의증으로 판독되었으며, 이후 추가적인 역학조

사들에서 펌프, 선박부품, 브레이크라이닝을 생산하는 주물공장들의 일부 공정에서 호흡성 유리규산과 포름알데히드가 노출 기준을 초과하는 것으로 나타났다<sup>23)</sup>.

이와 같이 분진이 노출 기준을 초과하는 작업환경에서 호흡기 질환을 예방하는 가장 중요한 방법은 지정된 규격의 개인보호구와 국소배기장치의 올바른 사용이다<sup>20)</sup>. 영국의 경우, 개인보호장구의 사용뿐만 아니라 큰 주물의 경우에는 주물물 안에 넣고 작업할 수 있는 부스, 국소배기장치의 사용, 필터의 적절한 관리, 필터의 오작동시 알람작동, 자격이 있는 환기기술회사의 자문을 통한 조절시스템의 디자인과 최신 조절장치로의 업데이트를 권고하고 있다<sup>16, 24-27)</sup>. 하지만 산업위생안전에 대한 개념이 부족하던 과거 우리나라에서는 적당한 개인보호구와 국소배기장치의 사용이 제대로 이루어지지 않았다. 이러한 현실적인 문제점들은 만성폐쇄성폐질환의 업무관련성을 평가하는 데 있어서 추가적으로 고려되어야 할 부분들이다.

본 연구의 심의 사례들에 대한 고찰을 통하여 만성폐쇄성폐질환의 산업의학적 평가에 필요한 요소들을 요약해서 나열해보면 다음과 같다. 1) 폐기능 검사를 통하여 만성폐쇄성폐질환이 정확하게 진단되어야 한다. 2) 작업 중 노출된 유해인자와 만성폐쇄성폐질환 발병 사이의 인과관계에 대한 충분한 근거가 있어야 한다. 3) 작업의 내용, 작업환경의 특성, 작업환경측정 결과, 개인보호장구와 국소배기장치의 사용여부, 동일 혹은 유사 업종 사업장의 과거 역학조사 결과를 종합적으로 평가하여 해당 유해인자에 대한 노출의 정도가 양적으로 질병을 발생시킬 수 있는 정도인 것으로 평가되어야 한다. 4) 흡연으로 인한 질병의 발생가능성을 평가하여야 한다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 만성폐쇄성폐질환의 직업관련성을 평가하는 데에는 많은 어려움이 따르며 질병의 발생 원인에 대하여 고찰하여야 할 다양한 문제들이 있다. 산업의는 이러한 평가를 시행함에 있어서 위에서 제시된 여러 가지 요소들을 잘 파악하고 있어야 하겠다. 그리고 그러한 내용들을 충분히 고려하면서 직업성 원인이 해당 환자의 만성폐쇄성폐질환의 발병에 어느 정도 기여하였는지 신중하게 평가하여야 할 것이다.

요 약

목적: 많은 연구들을 통하여 만성폐쇄성폐질환의 직업성 원인에 대한 역학적 근거들이 제시되고 있지만 산재로 인정받는 경우는 아직 적은 편이다. 본 연구에서는 산업안전보건연구원에서 근로복지공단의 의뢰를 받아 시행한 업무관련성 여부에 대한 심의 사례들을 조사하였으며, 만성폐쇄성폐질환의 직업성 원인에 대한 근거들을 함께 고찰하여 직업성 만성폐쇄성폐질환에 대한 산업의학적 평

가의 시행에 도움을 주고자 하였다.

방법: 1998년부터 2007년까지 10년간 산업안전보건연구원에서 이루어진 업무상 질병 여부에 대한 심의 기록들을 담고 있는 전산자료에서 만성폐쇄성폐질환을 진단명으로 하는 13건의 사례들을 수집하였다. 이들 13건의 기록들로부터 질병명, 병력, 직업력, 흡연력, 해당 유해인자, 사업장의 작업환경측정 기록, 업무관련성 평가에 대한 심의 결과를 파악하였다.

결과: 총 13건의 사례들 중에서 업무관련성이 높다고 평가된 4건의 사례들은 다음과 같다. 1) 도로상 미세 분진과 일반쓰레기 분진에 노출된 비흡연자인 환경미화원, 2) 카드뮴 흡에 의해 폐손상을 입은 용접공, 3) 방적공장의 먼 분진에 의해 발생한 천식이 장기노출에 의해서 만성화되면서 비가역적으로 폐기능이 저하된 공조기 공기필터 관리작업자, 4) 개인보호장구와 국소배기장치 없이 작업한, 흡연력이 있는, 주물공장 사상공. 다음의 9건의 사례는 업무관련성이 낮은 것으로 평가되었다. 1) 직업성 요인보다는 흡연에 의한 만성폐쇄성폐질환으로 판단된 경우 4례, 2) 기존 질환(심한 결핵)의 악화에 의한 질병 발생의 가능성이 큰 경우 1례, 3) 잘못 진단된 경우 1례, 4) 작업 환경상 유해인자에 대한 노출의 정도가 너무 낮은 경우 2례, 5) 유해인자에 노출되기 이전에 이미 발병한 경우 1례. 흡연력이 있고 진폐가 없는 사상공의 경우 2006년에는 업무관련성이 낮은 것으로 평가되었으나 2007년에는 높은 것으로 평가되었다.

결론 : 만성폐쇄성폐질환의 산업의학적 평가에 필요한 요소들은 다음과 같다. 1) 폐기능 검사와 방사선학적 검사를 통한 만성폐쇄성폐질환의 정확한 진단과 다른 질환들의 배제, 2) 해당 유해인자와 질병 발병 사이의 인과관계에 대한 충분한 근거 확보, 3) 노출의 정도에 대한 평가, 4) 흡연으로 인한 발병가능성의 평가. 산업의는 이러한 요소들을 충분히 고려하여 직업성 여부를 평가하여야 한다. 또한 환자가 흡연자라고 할지라도 직업성 유해인자에 의한 폐기능의 감소가 평균수명 혹은 건강수명의 실질적인 단축을 가져왔는가라는 문제를 충분히 고려하여 만성폐쇄성폐질환의 직업성 여부를 평가하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) WHO (World Health Organization). World Health Statistics 2008. Available :[http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHS08\\_Full.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS08_Full.pdf) [cited 15 September 2008].
- 2) Boschetto P, Quintavalle S, Miotto D, Lo Cascio N, Zeni E, Mapp CE. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and occupational exposures. J Occup Med Toxicol 2006;1:11.

- 3) Balmes J, Becklake M, Blanc P, Henneberger P, Kreiss K, Mapp C, Milton D, Schwartz D, Toren K, Viegi G. American Thoracic Society Statement: Occupational contribution to the burden of airway disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:787-97.
- 4) Bergdahl IA, Torén K, Eriksson K, Hedlund U, Nilsson T, Flodin R, Järholm B. Increased mortality in COPD among construction workers exposed to inorganic dust. *Eur Respir J* 2004;23(3):402-6.
- 5) Becklake MR. Chronic airflow limitation: its relationship to work in dusty occupations. *Chest* 1985;88:606-17.
- 6) Becklake MR. Occupational exposures: evidence for a causal association with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:85-91.
- 7) Becklake MR. The Work Relatedness of Airways Dysfunction. In *Proceedings of the 9th International Symposium in Epidemiology in Occupational Health*. United States Department of Health and Human Services. Rockville. 1994. pp 1-28.
- 8) Meldrum M, Rawbone R, Curran AD, Fishwick D. The role of occupation in the development of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Occup Environ Med* 2005;62(4):212-4.
- 9) BBC. MP Backs Pit Compensation fight. Available : <http://news.bbc.co.uk/1/hi/england/4688342.stm> [cited 30 May 2008].
- 10) NOHSAC (National Occupational Health and Safety Advisory Committee). NOHSAC : Review of Schedule 2 of the Injury Prevention Rehabilitation and Compensation Act 2001. Available:<http://www.nohsac.govt.nz/reviewschedule2/index.php?section=sec5:s4:p040>: [cited 30 May 2008].
- 11) Seixas NS, Robins TG, Attfield MD, Moulton LH. Longitudinal and cross sectional analyses of exposure to coal mine dust and pulmonary function in new miners. *Br J Ind Med* 1993;50(10):929-37.
- 12) Kauffmann F, Annesi I, Chwalow J. Validity of subjective assessment of changes in respiratory health status: a 30 year epidemiological study of workers in Paris. *Eur Respir J*. 1997;10(11):2508-14.
- 13) Hnizdo E, Sullivan PA, Bang KM, Wagner G. Association between chronic obstructive pulmonary disease and employment by industry and occupation in the US population: a study of data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol* 2002;156(8):738-46.
- 14) Trupin L, Earnest G, San Pedro M, Balmes JR, Eisner MD, Yelin E, Katz PP, Blanc PD. The occupational burden of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2003;22(3):462-9.
- 15) Coggon D, Taylor AN. Coal mining and chronic obstructive pulmonary disease: a review of the evidence. *Thorax* 1998;53(5):398-407.
- 16) IIAC (Industrial Injuries Advisory Council). *Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) - Chronic Bronchitis and Emphysema*. 2007. Available : <http://www.iiac.org.uk/pdf/reports/Cm7253.pdf> [cited 29 June 2008].
- 17) Smedley J, Dick F, Sadhra S. *Oxford Handbook of Occupational Health*. 1st ed. Oxford University Press. New York. 2007. pp 247.
- 18) GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease). *Global Strategy for Diagnosis, Management, and Prevention of COPD (Updated 2008)*. Available : <http://www.goldcopd.com/GuidelinesResources.asp?l1=2&l2=0> [cited 5 February 2009].
- 19) Greenland S. Relation of probability of causation to relative risk and doubling dose: a methodologic error that has become a social problem. *Am J Public Health* 1999;89(8):1166-9.
- 20) Gomes J, Lloyd OL, Norman NJ, Pahwa P. Dust exposure and impairment of lung function at a small iron foundry in a rapidly developing country. *Occup Environ Med* 2001;58(10):656-62.
- 21) Søyseth V, Boe J, Kongerud J. Relation between decline in FEV1 and exposure to dust and tobacco smoke in aluminium potroom workers. *Occup Environ Med* 1997;54:27-31
- 22) Hu Y, Chen B, Yin Z, Jia L, Zhou Y, Jin T. Increased risk of chronic obstructive pulmonary diseases in coke oven workers: interaction between occupational exposure and smoking. *Thorax* 2006;61(4):290-5.
- 23) OSHRI (Occupational Safety and Health Research Institute). *Epidemiologic Survey of Foundries*. Epidemiologic Survey Center. 2002. (Korean) (Translated by Lee HP)
- 24) HSE (Health and Safety Executive). *Publication Series: FD - COSHH Essentials in Foundries: Silica. Fettling Small Castings*. Available : <http://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/fd7.pdf> [cited 29 June 2008].
- 25) HSE (Health and Safety Executive). *Publication Series: FD - COSHH Essentials in Foundries: Silica. Fettling Small Castings*. Available : <http://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/fd8.pdf> [cited 29 June 2008].
- 26) HSE (Health and Safety Executive). *Health and Safety Regulation: A Short Guide*. Available : <http://www.hse.gov.uk/pubns/hsc13.pdf> [cited 29 June 2008].
- 27) HSE (Health and Safety Executive). *Health and Safety Law - What You Should Know*. Available:<http://www.hse.gov.uk/pubns/law.pdf> [cited 29 June 2008].