

## 부산지역 소방공무원의 폐기능과 호흡기증상

인제대학교 부산백병원 산업의학과, 인제대학교 산업의학연구소<sup>1)</sup>

김성훈 · 김정원 · 김종은 · 손병철 · 김정호 · 이창희 · 장상환 · 이채관<sup>1)</sup>

— Abstract —

### Pulmonary Function and Respiratory Symptoms of Municipal Fire Officers in Busan.

Sung-Hoon Kim, Jung-Won Kim, Jong-Eun Kim, Byung-Chul Son, Jeong-Ho Kim,  
Chang-Hee Lee, Sang-Hwan Jang, Chae-Kwan Lee<sup>1)</sup>

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Pusan Paik Hospital, Inje University  
Institute of Industrial Medicine, Inje University<sup>1)</sup>*

**Objectives:** The purpose of this study was to evaluate the relationship between respiratory disorders and fire exposure by investigating and analyzing the lung function and respiratory symptoms of firefighters.

**Methods:** The health effects of firefighting on respiratory function were investigated in 699 male fire officers in 4 fire departments in Busan by recording respiratory symptoms and measuring lung function. The data were analysed according to fire exposure and smoking habits.

**Results:** Mean spirometric data showed significantly decreased levels in the fire-exposed group (FVC,  $-0.20$  L; FVC%,  $-4.2\%$ ; FEV<sub>1</sub>,  $-0.21$  L; FEV<sub>1</sub>%,  $-5.1\%$ ; FEF<sub>25%</sub>,  $-0.13$  L/SEE  $p<0.05$ ). After stratification by smoking habits, FVC and FEV<sub>1</sub> showed a significant difference between groups. The prevalence of spirometric abnormality was greater for the fire-exposed group than for the non-exposed group. Significantly higher prevalences of nasal stiffness (16.7% vs. 10.9%), sore throat (17.7% vs. 14.2%) and chest tightness (6.5% vs. 2.5%) were recorded in firefighters compared to controls ( $p<0.05$ ). However, after stratification by smoking habits, the 3 symptoms were showed only marginal differences in the smoking group.

**Conclusions:** This study demonstrated that fire-exposed firefighters generally suffer a decline of lung function and a higher prevalence of respiratory symptoms. These results suggest that the exposure to routine firefighting activity is associated with adverse health effects to the respiratory system.

**Key Words:** Firefighter, Smoking, Lung function test, Respiratory symptoms

### 서 론

소방관은 화재진압업무 수행시 매우 위험한 상황에 직면할 수 있으며 다양한 건강유해인자에 노출되는 작업환경을 가지고 있다(김성곤, 1998; 박달호, 2003). 화재연소 부산물의 흡입, 고열로 인한 전신영향, 진화작업의 위험한 특성에 기인하는 정신적 스트레스, 진화작업에서

요구되는 인간공학적으로 부자연스러운 자세 등이 소방관의 건강을 위협하는 위험요인이다(김돈균 등, 1997). 따라서 소방관들은 호흡기 질환, 심혈관계 질환, 생식기 장애, 요통, 신체적 손상 심지어는 암에 이르기까지 다양한 질환에 걸릴 확률이 높다(Haas 등, 2003). 우리나라 소방청 자체 조사에서도 진화작업 후 소방관의 절반이상 이 두통, 호흡곤란, 구토 등의 건강이상을 호소하였으며, 소

방관들이 가지고 있는 질병은 외상사고, 요통, 고혈압, 호흡기 질환 순이었다(구본식 등, 2002).

소방관은 높은 농도의 호흡기 자극성 독성 가스에 자주 노출된다고 알려져 있다(Barnhart & Pappas, 1998). 실제로 화재 현장에서는 일산화탄소, 시안화물, 질산가스, 염산가스, 암모니아 같은 유독물질이 높은 농도로 발견된다(Gold 등, 1978; Treitman 등, 1980; Jankovic 등, 1991). 이러한 다량의 매연 및 유독물질의 노출은 호흡기의 염증을 초래해 결국 급성 및 만성 호흡기 질환을 일으킬 수 있다(Sheppard 등, 1986; Rosenstock 등, 1990). 특히 흡입성 유독물질에 대한 노출은 진화작업의 특징인 과도한 신체작업과 잦은 스트레스 상황에 의한 과호흡에 의해 심해질 수 있다(Mustajbegovic, 2001).

이처럼 진화작업과 관련된 소방관의 호흡기 장애의 기전은 잘 알려져 있으나 그에 대한 연구는 국내에서 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 부산 지역 소방서에 근무하는 소방공무원들을 대상으로 폐기능 검사와 호흡기 증상 조사를 시행하여, 화재진압활동과 호흡기 질환과의 관련성 및 유해영향에 대해 확인함으로써 향후 소방관의 호흡기 질환에 대한 기초 자료를 제공하여 호흡기 장애의 예방대책 및 건강증진에 이용하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 2004년 11월 30일부터 동년 12월 15일까지 부산 소재 4개 소방서와 부속 파출소의 남성 소방공무원 699명을 대상으로 폐기능 검사와 호흡기 설문조사를 실시하였다. 조사 대상자 중 단순흉부방사선 촬영상 이상 음영이 있거나 과거 폐질환으로 치료를 받았던 34명을 제외한 총 617명을 연구대상으로 하였다. 소방관의 직종은 업무에 따라 크게 경방, 구조, 구급, 행정, 운전으로 구성되어 있다.

그 중 직접 화재진압업무를 담당하는 직종을 경방이라 하며 경방은 또한 직접 출동 여부에 따라 외근과 내근으로 나누어지는 데, 경방 외근은 직접 화재를 진압하나, 경방 내근은 행정업무를 주로 담당하게 된다. 이들 경방 중 최근 1달간 한번이라도 화재를 진화한 적이 있는 소방관(주로 경방 외근) 총 215명을 화재노출군으로, 최근 1달 동안에 화재진압을 하지 않은 경방(주로 경방 내근)과 직접 진화작업에 참여하지 않는 비경방 부서의 소방관 총 402명을 비노출군으로 설정했다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 호흡기 증상 설문

호흡기 증상 설문조사는 영국의학연구회(British Medical Research Council)에서 개발한 호흡기증상 설문조사표를 사용하였다(BMRC, 1966). 이 설문지로 만성기침, 만성가래, 콧물, 코막힘, 목쉼, 목아픔, 눈물, 눈자극, 흉부압박감, 흉부불쾌감의 총 10개 호흡기 증상에 대해 면접 조사하였고 동시에 최근 1달간 진화작업여부와 호흡기 질환에 대한 병력도 같이 조사하였다.

#### 2) 폐기능 검사 및 예측식

폐기능 검사는 미국흉부학회의 성능기준을 만족하는 폐기능 검사기(Spiro Analyzer ST-250; Fukuda Sangyo, Tokyo, Japan)를 이용하였다(한국산업안전공단, 2001). 모든 검사결과는 체내상태(BTPS, body temperature and pressure saturated with water)로 환산하였으며, 폐기능 검사방법은 1시간 이상 안정한 상태에서 검사자가 피검자를 1회 연습시킨 후 앉은 자세에서 피검자 개인당 2회 이상 측정하여 가장 적합한 검사치를 선택하였으며, 2회 모두 적합하지 않은 경우에는 다시 2회를 실시하였다(손혜숙 등, 1991; 최정근 등, 1994; ATS, 1979; ATS, 1987; ATS, 1991).

폐기능 지표로 노력성 폐활량(FVC, forced vital capacity), 폐활량비(FVC%, forced vital capacity percent), 일초량(FEV<sub>1</sub>, 1second forced expiratory volume), 일초량비(FEV<sub>1</sub>%, 1second forced expiratory volume), 최대호기중간유량(MMEF, maximal mid-expiratory flow), 최대호기중간유량비(MMEF%, percent maximal mid-expiratory flow), 최고호기유속(PEFR, peak expiratory flow), 노력성호기유량(FEF%, forced expiratory flow rate)을 측정하여 화재노출군과 비노출군을 비교분석하였다. 정상인의 표준폐활량은 다음의 Morris의 폐기능 예측식을 사용하여 계산하였다(Morris 등, 1971; Kanner & Morris, 1975).

$$\begin{aligned} \cdot FVC_{pred} &= 0.148 \times \text{Height(inches)} - 0.025 \times \\ &\quad \text{Age(years)} - 4.241 \\ \cdot FEV_{1pred} &= 0.092 \times \text{Height(inches)} - 0.032 \times \\ &\quad \text{Age(years)} - 1.26 \\ \cdot MMEF_{pred} &= 0.047 \times \text{Height(inches)} - 0.045 \\ &\quad \times \text{Age(years)} + 2.513 \end{aligned}$$

#### 3) 폐기능 검사 결과 평가

폐기능 이상자를 판정하기 위하여 미국 국립 건강 및 영양 평가조사(NHANES) 기준에 의거하여 FEV<sub>1</sub>%가 80%미만인 경우 일초량 이상으로, FVC%가 80%미만

인 경우 폐활량 이상으로, MMEF(FEF<sub>25-75%</sub>)이 75%미만인 경우 최대호기중간유량 이상으로 정하였다(Miller 등, 1983; Miller 등, 1986; Miller 등, 1988).

### 3. 통계분석

화재노출군과 비노출군의 연령과 신장 등에 대한 인구학적 특성은 t-검정, 폐기능 측정치와 호흡기 증상 호소율 차이는 각각 t-검정과 카이 제곱 검정을 이용하여 분석하였다. 폐기능 측정치와 호흡기 증상 호소율은 또한 흡연여부에 따라 각각 층화하여 비교분석하였다. FEV<sub>1</sub>, FVC, MMEF 폐기능 이상자는 카이 제곱 검정을 이용하여 화재노출군과 비노출군간의 차이를 비교분석하였다. 또한 다중회귀분석을 통하여 신장, 연령, 흡연여부, 화재노출유무의 변수가 폐기능활량에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 변수 선택은 단계적(stepwise) 선택을 사용하였다. 조사된 자료는 통계 패키지인 SPSS 10.0을 사용하여 분석하였고 유의수준은 0.05로 하였다.

## 결 과

### 1. 연구대상의 일반적 특성

화재노출군과 비노출군의 흡연자 비율은 215명의 화재

노출군 중 110명(51%)이, 402명의 비노출군 중 211명(53%)이 흡연자였다. 두 집단을 흡연여부에 따라 층화한 결과 흡연군에서 화재노출군과 비노출군간에 평균연령, 신장, 체중, 근속연수의 유의한 차이는 없었다. 비흡연군에서는 화재노출군이 비노출군에 비해 평균연령과 근속연수가 각각 3.0세, 2.8년 높았으나 (p<0.05) 신장과 체중은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 표에서는 제시하지 않았으나 화재노출군과 비노출군의 평균 흡연력은 각각 8.4년과 8.6년으로 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.88).

화재노출군과 비노출군의 연령, 흡연력, 근무기간을 분석해보면 연령은 30대가 각각 47.4%와 60.9%로 대다수를 차지했다. 하지만 화재노출군은 20대와 40대 이상 연령군의 수가 비노출군에 비해 많았다. 흡연력과 근속연수는 10년 미만이 두 집단 모두 50%이상으로 대다수를 차지했다(Table 2).

### 2. 화재노출에 따른 폐기능 차이

폐기능 검사에서 화재노출군은 FVC가 4.38 L, FEV<sub>1</sub>이 3.61 L, FEF<sub>25%</sub>가 1.74 L/sec였고, 비노출군은 FVC가 4.58 L, FEV<sub>1</sub>이 3.82 L, FEV, FEF<sub>25%</sub>가 1.87 L/sec로 화재노출군의 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEF<sub>25%</sub>이 비노출군에 비해 통계학적으로 유의하게 저하되어 있었다

**Table 1.** General characteristics by smoking habits of fire-exposed and non-exposed group

Character	Smokers (N=321)		p	Non-smokers (N=296)		p
	Exposed (N=110)	Non-exposed (N=211)		Exposed (N=105)	Non-exposed (N=191)	
Age (yrs)	38.0	36.5	0.101	40.4	37.4	0.003
Height (cm)	172.6	173.3	0.214	171.7	172.0	0.603
Weight (kg)	70.7	71.7	0.291	71.8	69.9	0.059
Work duration (yrs)	10.5	9.1	0.119	12.9	10.1	0.006

**Table 2.** Distribution by age, pack-years, work duration of fire-exposed and non-exposed group

Character	Fire-exposed (N=215)		Non-exposed (N=402)	
	Age range (yrs)	Pack-years of tobacco	Age range (yrs)	Pack-years of tobacco
Age range (yrs)	20 ~ 29	30 (14.0)	20 ~ 29	45 (11.2)
	30 ~ 39	102 (47.4)	30 ~ 39	245 (60.9)
	≥ 40	83 (38.6)	≥ 40	111 (27.6)
Pack-years of tobacco	0 ~ 9	128 (59.5)	0 ~ 9	236 (58.7)
	10 ~ 19	58 (27.0)	10 ~ 19	113 (28.1)
	≥ 20	29 (13.5)	≥ 20	52 (12.9)
Employment (yrs)	0 ~ 9	109 (50.7)	0 ~ 9	241 (60.0)
	10 ~ 19	56 (26.0)	10 ~ 19	106 (26.4)
	≥ 20	50 (23.3)	≥ 20	51 (12.7)

( $p < 0.01$ ). 또한 도표에서 제시하지는 않았으나 FVC%, FEV<sub>1</sub>%도 화재노출군이 비노출군에 비해 의미있게 저하되어 있었다( $p < 0.05$ ). 다른 폐기능 지표들도 전체적인 평균치가 화재노출군이 비노출군에 비해 낮았으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 1).

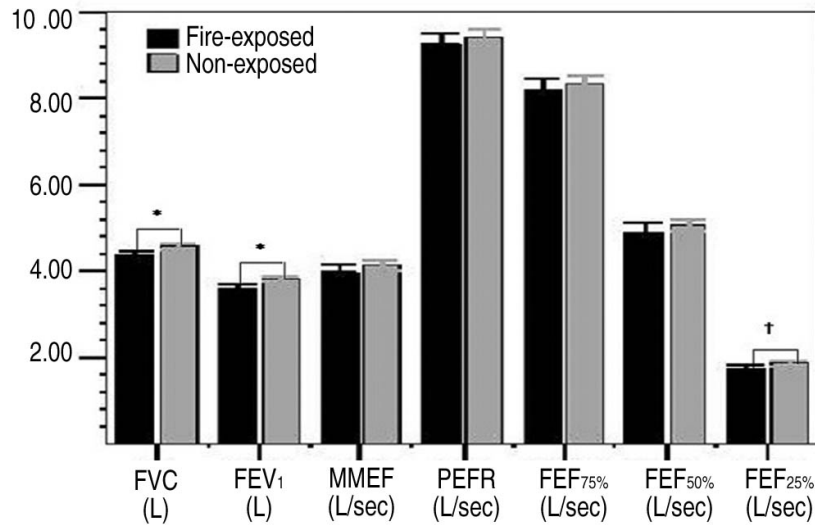
### 3. 흡연여부로 층화한 폐기능 차이

폐기능 결과를 흡연여부로 층화한 후 노출여부에 따라서 비교분석한 결과, FVC, FVC%, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>%,

PEFR의 폐기능 지표는 흡연군에서 화재노출군과 비노출군에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 그러나 비흡연군에서는 FVC와 FEV<sub>1</sub>는 유의한 차이를 보였으나, FVC%와 FEV<sub>1</sub>%는 차이를 보이지 않았다(Table 3).

### 4. 화재노출에 따른 폐기능 이상 비교

화재노출에 따른 폐기능 검사 이상자에 대한 비교에서, 흡연군에서 화재노출군과 비노출군 중 각각의 폐기능 이상자는 FVC는 22명(20.0%)과 30명(14.2%), FEV<sub>1</sub>는



**Fig. 1.** Pulmonary function of fire-exposed and non-exposed groups. Each value is mean ± SEM of volume or flow at each exposed group. FVC, forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>, 1 second forced expiratory volume; MMEF, maximal mid-expiratory flow; PEFR, peak expiratory flow; FEF<sub>%</sub>; forced expiratory flow rate \* :  $p < 0.01$ , † :  $p < 0.05$

**Table 3.** Pulmonary function by smoking habits in fire-exposed and non-exposed group

Variable	Smokers (N=321)		p	Non-smokers (N=296)		p
	Exposed (N=110)	Non-exposed (N=211)		Exposed (N=105)	Non-exposed (N=191)	
FVC (L)	4.38	4.61	0.005	4.38	4.56	0.040
FEV <sub>1</sub> (L)	3.61	3.88	0.001	3.62	3.76	0.044
MMEF (L/sec)	4.09	4.27	0.227	3.87	3.99	0.406
%FVC (%)	90.2	93.2	0.050	92.2	93.8	0.276
%FEV <sub>1</sub> (%)	95.6	100.8	0.007	98.8	99.7	0.595
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	82.7	84.3	0.175	82.6	82.6	0.971
%MMEF (%)	101.7	104.3	0.457	100.2	99.5	0.844
PEFR (L/sec)	8.90	9.47	0.010	9.65	9.38	0.207
FEF <sub>75%</sub> (L)	8.00	8.86	0.164	8.42	8.22	0.378
FEF <sub>50%</sub> (L)	5.03	5.18	0.377	4.78	4.93	0.407
FEF <sub>25%</sub> (L)	1.83	1.95	0.162	1.66	1.79	0.102

FVC, forced vital capacity; FVC%, FVC percent; FEV<sub>1</sub>, 1 second forced expiratory volume, FEV<sub>1</sub>%, FEV<sub>1</sub> percent; MMEF, maximal mid-expiratory flow; MMEF%, MMEF percent; PEFR, peak expiratory flow; FEF<sub>%</sub>; forced expiratory flow rate

15명(13.6%)과 11명(5.2%), MMEF는 17명(15.5%)과 19명(9.0%)으로, 흡연군에서 화재노출군은 비노출군보다 폐기능 이상자의 비율이 FVC는 1.4배, FEV<sub>1</sub>는 2.6배, MMEF는 1.7배 더 높았고, FEV<sub>1</sub>의 차이는 통계적으로 유의하였다(p<0.05). 비흡연군에서는 화재노출군과 비노출군 중 각각의 폐기능 이상자는 FVC는 15명(14.3%)과 22명(11.5%), FEV<sub>1</sub>는 7명(6.7%)과 11명(5.8%), MMEF는 22명(21.0%)과 26명(13.6%)으로, 흡연군에서 화재노출군은 비노출군보다 폐기능 이상자의 비율이 FVC는 1.2배, FEV<sub>1</sub>는 1.2배, MMEF는 1.5배 더 높았으나 통계학적으로 유의하진 않았다(Table 4).

5. 폐기능 관련인자에 대한 다중회귀분석

폐기능과 관련된 인자를 알고자 FVC, FEV<sub>1</sub>, MMEF를 종속변수로, 그리고 연령, 신장, 화재노출유무, 흡연여부를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 시행하였다. 변수 선택은 단계적(stepwise) 선택을 사용했다. FVC와 FEV<sub>1</sub> 모델에서는 중요한 독립변수로 신장, 연

령, 화재노출유무 세변수가 선정되었는데, 이 세변수로 FVC와 FEV<sub>1</sub>을 각각 29%, 26% 설명할 수 있었고, MMEF 모델에서는 중요한 독립변수로 연령, 신장, 흡연여부가 선정되어, 이 세변수로 MMEF를 11%를 설명할 수 있어 MMEF는 화재노출유무와는 관련성이 없었다(Table 5). 따라서 연령과 신장, 흡연을 통제한다면 FVC와 FEV<sub>1</sub>은 화재노출에 의해 유의한 감소를 보인다고 볼 수 있다.

6. 화재노출에 따른 호흡기 증상 차이

호흡기 증상 조사에서 화재노출군은 가래(22.3%), 눈자극(21.4%), 콧물(20.5%) 순으로, 비노출군은 가래(16.4%), 콧물(15.2%), 눈자극(14.7%) 순으로 증상을 호소하여 조사대상자에서 이들 3가지 증상을 많이 호소함을 알 수 있었다. 호흡기 증상 비교에서 전체적으로 화재노출군은 코막힘(16.7% vs 10.9%), 목아픔(17.7% vs 14.2%), 흉부압박감(6.5% vs 2.5%)의 3가지 호흡기 증상의 호소율이 비노출군에 비해 유의하게 높았다

Table 4. Prevalence of spirometric abnormality in fire-exposed and non-exposed group

Variable	Smokers (N=321)		p	Non-smokers (N=296)		p
	Exposed (N=110)	Non-exposed (N=211)		Exposed (N=105)	Non-exposed (N=191)	
FVC Abnormal <80% Pred	22 (20.0%)	30 (14.2%)	0.182	15 (14.3%)	22 (11.5%)	0.491
FEV <sub>1</sub> Abnormal <80% Pred	15 (13.6%)	11 (5.2%)	0.009	7 (6.7%)	11 (5.8%)	0.763
MMEF Abnormal <75% Pred	17 (15.5%)	19 (9.0%)	0.132	22 (21.0%)	26 (13.6%)	0.193

FVC, forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>, 1 second forced expiratory volume; MMEF, maximal mid-expiratory Flow;

Table 5. Multiple linear regression by related variables of pulmonary function

DV	IV	β	SE	p	R <sup>2</sup>	Adj.R <sup>2</sup>	F-value
FVC	Height	.06203	.00343	.0000	.2503	.2914	164.24*
	Age	-.01570	.00546	.0000	.2860		
	Exposure	-.13846	.05326	.0096	.2957		
FEV <sub>1</sub>	Height	.04668	.00348	.0000	.1752	.2646	104.48*
	Age	-.02478	.00555	.0000	.2597		
	Exposure	-.13601	.05414	.0123	.2691		
MMEF	Age	-.04192	.00645	.0000	.1059	.1183	58.30*
	Height	.02695	.01035	.0070	.1191		
	Smoking	.15511	.09715	.1110	.1237		

DV, dependent variable; IV, independent variable; SE, standar error; FVC, forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>, 1 second forced expiratory volume; MMEF, maximal mid-expiratory flow

\* Indicates p<0.001 by F-test

(p<0.05) (Fig 2).

고 찰

7. 흡연여부로 증화된 호흡기 증상 차이

호흡기 증상 호소율을 흡연여부에 따라 증화하였을 때, 흡연군에 눈자극(21.8% vs 12.8%)만이 통계적으로 유의한 차이를 나타냈고, 비흡연군에서는 호흡기 증상 호소율의 유의한 차이는 없었다. 화재노출군에서 높게 호소했던 코막힘, 목아픔, 흉부압박감은 증화한 후에는 흡연군에서만 유의한 경계역의 차이를 보였다(p<0.1) (Table 6).

진화작업시 호흡기 유독물질의 노출은 소방관에서 급성 폐기능 저하를 초래할 수 있다(Tashkin 등, 1977). 실제로 화재진압활동에서 연기를 흡입한 소방관에서 폐기능의 저하가 나타났으며 이는 최근 진화작업 시간과 가장 강하게 연관이 있었다(Rothman 등, 1991; Betchley 등 1997). 또한 소방관들의 폐기능을 장기간 추적 관찰했을 때 일반인구집단에 비해 높은 감소를 보인다고 한다 (Peters 등, 1974; Sparrow 등, 1982).

본 연구에서도 소방관에서 이러한 호흡기에 대한 위험한 환경적 효과를 확인할 수 있었다. 최근 1달간 진화작업업무유무에 따라 폐기능과 호흡기 증상에 대해 서로 비

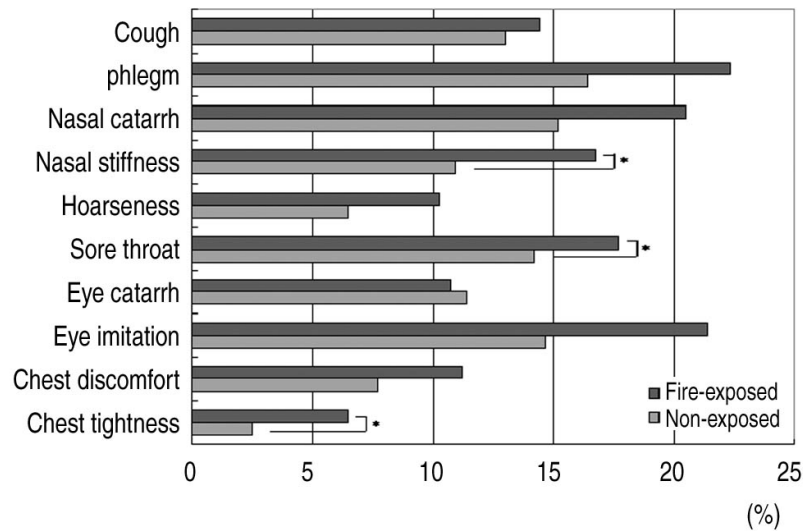


Fig. 2. Respiratory Symptoms in fire-exposed and non-exposed group, The respiratory symptom are expressed as percentage of prevalence of symptoms at each exposed groups. \* : p<0.05

Table 6. Respiratory Symptoms by smoking habits in fire-exposed and non-exposed group (%)

Symptom	Smokers (N=321)			Non-smokers (N=296)		
	Exposed (N=110)	Non-exposed (N=211)	p	Exposed (N=105)	Non-exposed (N=191)	p
Cough	23 (20.9)	36 (17.1)	0.857	8 ( 7.6)	16 ( 8.4)	0.800
Phlegm	34 (30.9)	50 (23.7)	0.170	14 (13.3)	16 ( 8.4)	0.374
Nasal catarrh	21 (19.1)	33 (15.6)	0.433	23 (21.9)	28 (14.7)	0.124
Nasal stiffness	18 (16.4)	20 ( 9.5)	0.070	18 (17.1)	24 (12.6)	0.297
Hoarseness	11 (10.0)	26 (12.3)	0.536	12 (11.4)	20 (10.5)	0.823
Sore throat	28 (25.5)	35 (16.6)	0.058	18 (17.1)	24 (12.6)	0.297
Eye catarrh	10 ( 9.1)	12 ( 5.7)	0.252	12 (11.4)	14 ( 7.3)	0.245
Eye irritation	24 (21.8)	27 (12.8)	0.036	14 (13.3)	30 (15.7)	0.559
Chest discomfort	14 (12.7)	18 ( 8.5)	0.192	10 ( 9.5)	13 ( 6.8)	0.398
Chest tightness	8 ( 7.3)	6 ( 2.8)	0.065	6 ( 5.7)	4 ( 2.1)	0.103

교분석한 결과 화재노출군에서 비노출군에 비해 전반적인 폐기능의 감소와 높은 호흡기 증상의 호소율을 확인하였다. 이러한 결과는 화재진압현장에서 유독물질의 흡입으로 인해 호흡기계에 이상이 초래될 가능성을 시사한다.

특히 본 연구에서 FEV<sub>1</sub>과 FVC는 흡연여부와 상관없이 경방군에서 감소를 보였고 폐기능에 대한 다중회귀분석에서 FEV<sub>1</sub>과 FVC의 저하는 신장과 연령 외에도 화재노출유무가 설명력을 가지는 것으로 나왔다. 다른 많은 소방관 폐기능 연구들에서도 진화작업과 FEV<sub>1</sub>과 FVC의 저하는 관련성이 있다. Musk 등(1979)은 소방관의 FEV<sub>1</sub>의 급성 감소가 화재진압시 연기노출 정도와 관계가 있다고 했다. Rothman 등(1991)은 산림 소방관에서 FEV<sub>1</sub>과 FVC의 감소를 발견하였고 이는 최근 소방 활동시간과 가장 강하게 관련이 있다고 보고했다.

폐기능 예측치에 영향을 미치는 인자로는 신장, 연령, 흡연 등이 있다고 알려져 있다(김대식, 2003; Burrows, 1983). 흡연은 소방관의 폐기능 감소에 부가적인 역할을 하는 것으로 보인다. 소방관의 폐기능을 추적 관찰한 연구에서 FEV<sub>1</sub>과 FVC의 일년 감소율은 흡연군에서 비흡연군보다 1.2~1.8배 더 높았다(Sparrow 등 1982). 실제로 본 연구에서 화재노출시 FEV<sub>1</sub>%와 FVC%이 흡연군에서만 유의한 저하를 보인 것은 흡연이 부가적으로 이들 폐기능 수치에 영향을 미쳤다는 것을 보여준다. 하지만 Peters 등(1974)의 연구에서, 소방관의 폐기능 변화는 화재노출 빈도와 관계가 있고, 연령, 흡연 습관, 종족별 차이에 의해 설명될 수 없었다. 이것은 직업성 노출이 소방관에서 폐기능의 만성 장애에 흡연보다 더 강하게 영향을 주는 것을 암시한다.

소방관에서 진화작업 후 보이는 폐기능의 저하는 화재에서 연기흡입 후 발생하는 기관지 경련과 과민성의 증가로 인한 것으로 설명된다(Brandt-Rauf 등, 1989; Sherman 등, 1989). 화재에서 발생하는 호흡기 자극물질은 기관지와 폐포를 상하게 하여 호흡기능 저하 및 폐합병증을 초래한다. 이러한 자극물질의 흡입은 기관지 과민성의 증가를 초래하며 결국 폐기능을 저하시킨다(Cohen & Guzzardi, 1983; Scannell & Balmes, 1995). 따라서 호흡기에 대한 화재노출이 장기간 지속되면 만성 호흡기 질환으로 발전할 수 있다. 화재에서 연기를 흡입한 소방관들을 3개월간 추적 검사한 결과, 기관지 과민성은 정상이 되었지만 FEV<sub>1</sub>이나 기타 폐기능은 정상화되지 않았음을 보여주었다(Kinsella 등, 1991). 그러므로, 화재로 인한 호흡기의 장애는 생각보다 심각하고 오랫동안 지속된다고 여겨진다.

화재진압에서 연기흡입 후 나타나는 호흡기 증상은 급성 상부자극 증상부터 만성 하기도 염증까지 다양하게 나타난다(Haponik, 1993). 소방관에서 진화작업 후 나타

나는 급성 증상은 주로 눈과 인후의 자극과 두통이 있으며, (Chia 등, 1990), 만성 증상은 주로 장기간의 기침, 호흡 곤란과 흉부 불편감의 증가로 나타난다(Large 등, 1990). 소방관들의 호흡기계 증상의 유병률은 진화작업시 직업성 노출외에 흡연력과 근무기간에 의해 영향을 받으며 이는 흡연의 영향 외에 부가적 화재노출효과에 기인한다(Mustajbegovic 등, 2001). 다른 연구에서도 근무년수가 20년 이상인 소방관 중에 만성 기관지염 증상의 증가는 흡연 외에 직업성 노출의 부가적인 효과의 결과로 해석했다(Young 등, 1980).

본 연구의 설문과정에서 다수의 소방관들이 화재 후의 호흡기 급성 증상, 특히 눈자극과 인후 자극, 두통에 대해 호소했다. 실제 결과에서도 화재 노출군은 비노출군에 비해 코막막 자극에 기인한 코막힘과 상기도 염증을 의심하는 목아픔 뿐만 아니라 하기도 염증을 의심하게 하는 흉부압박감 등도 더 많이 호소하였다. 이들 증상은 흡연여부에 따라 증화했을 때 흡연군에서 경계역의 차이만을 보였는데, 이것은 다른 연구들에서 제시한 것과 같이 흡연의 호흡기 영향에 직업적 호흡기 유독물질 노출이 부가적으로 기여하기 때문으로 생각된다.

이 연구의 제한점으로 우리나라의 소방관 제도는 구미와 달리 전문적인 소방관 직종이 없고 상황에 따라 다른 업무로의 전환배치가 자주 이루어진다(김민석, 2001; 박경효, 2002). 예를 들면 대부분의 경방에서 수년의 과거 내근 경험이 있었고, 현재 비경방직도 과거 입사 후 1-2년 정도 교육차원에서 경방을 경험했던 경우가 많았다. 따라서 외국의 연구와 같이 소방사(firefighter)라는 직종을 구분하기 어려워 직종과 근무년수 등 장기적 노출인자에 대한 분석은 이루어 질 수 없었고, 최근 1달간의 노출여부에 따라 비교하는 단기 단면연구만 시행할 수밖에 없었다. 게다가 최근 진화작업 시간이나 호흡기 보호구 착용과 같은 개인적인 소방 활동 정보를 얻어내지 못하였다. 앞으로의 연구에서 이러한 부분이 보완되어야 할 것으로 생각된다. 이 연구의 결과는 경방 업무 종사자에서 금연과 호흡기 보호구의 착용을 권장하며 장기적인 폐기능과 호흡기 증상의 변화에 대한 관찰의 필요성을 시사한다.

## 요 약

목적: 본 연구에서는 소방관 집단의 호흡기 증상과 폐기능을 조사하여 호흡기 질환의 유병 정도를 비교분석함으로써 소방관의 호흡기 질환과 화재 노출과의 관련성을 규명하고자 하였다.

방법: 2004년 11월 30일부터 동년 12월 15일까지 부산 소재 4개 소방서와 부속 파출소의 남성 소방공무원

699명을 대상으로 폐기능 검사와 호흡기 설문조사를 실시하였다. 호흡기 증상 설문은 BMRC에서 개발한 설문조사표를 이용하였다. FVC, FEV<sub>1</sub>, MMEF 예측치는 Morris의 폐기능 예측식을 사용하여 계산하였고, 폐기능 검사 이상을 판정하기 위하여 미국 NHNES 기준에 따라 정하였다. 폐기능 측정치와 호흡기 증상은 노출유무와 흡연여부로 집단을 나누어 각각 비교분석하였다. 유의수준은 p<0.05로 정하였다.

결과: 폐기능 비교에서 화재노출군의 FVC, FVC%, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>%, FEF<sub>25%</sub>는 비노출군에 비해 통계학적으로 유의하게 저하되어 있었고, 이를 흡연여부에 따라 층화하였을 때, FVC와 FEV<sub>1</sub>은 흡연여부와 관계없이 노출여부에 따른 차이를 보이나 FVC%, FEV<sub>1</sub>%, PEF<sub>R</sub>은 흡연군에서만 차이를 보였다. 폐기능 검사 이상을 비교하면 전체적으로 화재노출군이 비노출군보다 폐기능 이상자의 수가 많았고 흡연군에서 FEV<sub>1</sub> 이상자의 차이는 통계적으로 유의하였다. FVC, FEV<sub>1</sub>, MMEF를 종속변수로 하여 다중회귀분석을 시행하였을 때, FVC와 FEV<sub>1</sub>은 부분적으로 화재노출유무와 관련성이 있었다. 호흡기 증상 조사에서 화재노출군은 비노출군에 비해 코막힘, 목아픔, 흉부압박감의 증상의 호소율이 통계학적으로 유의하게 높았으나, 이를 흡연여부에 따라 층화하면 이들 증상들은 경계역의 차이를 보였다.

결론: 이러한 결과들을 종합하면 소방관은 화재진압과정에서 노출되는 많은 호흡기 유독물질로 인해 급성 폐기능 저하와 높은 호흡기 증상 호소율을 보이며, 이는 화재노출 외에 흡연의 부가적 효과가 영향을 미친다고 생각된다. 따라서 폐기능이 저하된 경방군에서 주기적인 폐기능 검사가 실시되어야 하며 금연과 호흡기 보호구의 철저한 착용이 권장되어야 하겠다.

참고문헌

구본식, 이민원, 박시환, 강명원, 이용덕, 이병수. 소방공무원 직업병의 예방 및 건강관리 방안. 권역별 소방연찬대회 연구논문 2002.  
 김민석. 소방공무원의 근무여건에 대한 실태조사 보고서. 국회제출용 자료 2001.  
 김성곤. 소방공무원 안전사고 및 대책. 소방논집 제8호 1998.  
 한국산업안전공단. 진폐정도관리, 폐기능. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2001  
 American Thoracic Society (ATS). Snowbird workshop on standardization of spirometry. Am Rev Respir Dis 1979;119(5):831-8.  
 American Thoracic Society. Standardization of spirometry: 1987 update. Am Rev Respir Dis 1987;136(5):1299-307.

American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis 1991;144(5):1202-18.  
 Barnhart S, Pappas GP. Firefighters' health and safety. 1998. In: Rom WN, editor.  
 Betchley C, Koenig JQ, van Belle G, Checkoway H, Reinhardt T. Pulmonary function and respiratory symptoms in forest firefighters. Am J Ind Med. 1997;31(5):503-9.  
 BMRC. Questionnaire on respiratory symptoms. British Medical Research Council, 1966.  
 Brandt-Rauf PW, Cosman B, Fallon LF Jr, Tarantini T, Idema C. Health hazards of firefighters: acute pulmonary effects after toxic exposures. Br J Ind Med. 1989;46(3):209-11.  
 Burrows B, Cline MG, Kundson RJ, Taussig LM, Lebowitz MD. A descriptive analysis of the growth and decline of the FVC and FEV<sub>1</sub>. Chest 1983;83(5):717-24.  
 Chia KS, Jeyaratnam J, Chan TB, Lim TK. Airway responsiveness of firefighters after smoke exposure. Br J Ind Med 1990;47(8):524-7.  
 Choi JK, Son M, Kim HK, Paek DM. Lung Function Test for Workers and its Quality Control Program. Korean J Occup Environ Med 1994;6(2):187-200(Korean)  
 Cohen MA, Guzzardi LJ. Inhalation of products of combustion. Ann Emerg Med 1983;12(10):628-32.  
 Gold A, Burgess WA, Clougherty EV. Exposure of firefighters to toxic air contaminants. Am Ind Hyg Assoc J 1978;39(7):534-9.  
 Haas NS, Gochfeld M, Robson MG, Wartenberg D. Latent health effects in firefighters. Int J Occup Environ Health. 2003;9(2):95-103.  
 Haponik EF. Clinical smoke inhalation injury: pulmonary effects. Occup Med 1993;8(3):431-68.  
 Jankovic J, Jones W, Burkhart J, Noonan G. Environmental study of firefighters. Ann Occup Hyg 1991;35(6):581-602.  
 Kanner RE, Morris AH. Clinical pulmonary testing. A manual of uniform laboratory procedures for the Intermountain area. Salt Lake City, Utah. Intermountain Thoracic Society, 1975.  
 Kim DG, Ha IH, Lee CH. Work-related disease and health management of fire fighters. Korean Industrial Health Association 1997;113:27-34. (Korean)  
 Kim DS. The relationship of Age, Weight, Height and Smoking History with Spirometric Parameters in Health Adults. Bulletin of Dongnam Health College 2003;21(2):429-40. (Korean)  
 Kinsella J, Carter R, Reid WH, Campell D, Clark CJ. Increased airway reactivity after smoke inhalation. Lancet 1991; 337(8741):595-6.  
 Large AA, Owens GR, Hoffman LA. The short-term effects of smoke exposure on the pulmonary function of firefighters. Chest. 1990;97(4):806-9.  
 Miller A, Thornton JC, Warshow R, Anderson H, Teirstein AS,



- Selikoff IJ. Single breath diffusing capacity in a representative sample of the population of Michigan, a large industrial state: Predicted values, lower limits of normal, and frequencies of abnormality by smoking history. *Am Rev Respir Dis* 1983;127(3):270-7.
- Miller A, Thoronton JC, Warshaw R, Bernstein JL, Teirstein AS, Selikoff IJ. Mean and instantaneous expiratory flows, FVC and FEV<sub>1</sub>: Prediction equations for non-smokers and smokers from a random sample of Michigan, a large industrial state. *Bull Physiopathol Respir* 1986;22(6):589-97.
- Miller A, Thoronton JC, Anderson HA, Selikoff IJ. Prevalence of clinical respiratory abnormalities by sex and smoking history in a representative sample of the adult population of Michigan. *Chest* 1988;94(6):1187-94.
- Morris JF, Koski A, Johnson LC. Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Respir Dis* 1971;103(1):57-67.
- Musk AW, Smith TJ, Peters JM, McLaughlin E. Pulmonary function in firefighters: acute changes in ventilatory capacity and their correlates. *Br J Ind Med* 1979;36:29-34.
- Mustajbegovic J, Zuskin E, Schachter EN, Kern J, Vrcic-Keglevic M, Heimer S, Vitale K, Nada T. Respiratory function in active firefighters. *Am J Ind Med*. 2001;40(1):55-62.
- Park DH. A Study on the Prevention of Safety Accidents for Firefighters in Korea. Master dissertation, Department of Public Administration, Chonnam University, Korea, 2003. (Korean)
- Park KH. The Improvement of Public Fire workers' Job condition. *Korean Urban Manage Association* 2002;15(3):63-79. (Korean)
- Peters JM, Theriault GP, Fine LJ, Wegman DH. Chronic effect of fire fighting on pulmonary function. *N Engl J Med* 1974;291(25):1320-2.
- Rosenstock L, Demers P, Heyer NJ, Barnhart S. Respiratory mortality among firefighters. *Br J Ind Med*. 1990;Jul; 47(7):462-5.
- Rothman N, Ford DP, Baler ME, Hansen JA, O'Toole T, Tockman MS, Strickland PT: Pulmonary function and respiratory symptoms in wildland fire fighters. *J Occup Med* 1991;33(11):1163-7.
- Scannell CH, Balmes JR. Pulmonary effects of firefighting. *Occup Med*. 1995;10(4):789-801.
- Sheppard D, Distefano S, Morse L, Becker C. Acute effects of routine firefighting on lung function. *Am J Ind Med* 1986;9(4):333-40.
- Sherman CB, Barnhart S, Miller MF, Segal MR, Aitken M, Schoene R, Daniell W, Rosenstock L. Firefighting acutely increases airway responsiveness. *Am Rev Respir Dis* 1989;140(1):185-90.
- Sohn HS, Kim SJ, Kim JH, Lee CU, Jeong KW, Cho GI, Jun JH, Bae KT. Radiographic Findings by The State of Exposure to Welding Fumes and Pulmonary Function Test in Pneumoconiosis of Shipyard Welders. *Korean J Occup Environ Med* 1994;6(1):134-42 (Korean).
- Sparrow D, Bosse R, Rosner B, Weiss ST. The effect of occupational exposure on pulmonary function. *Am Rev Respir Dis* 1982;125(3):319-22.
- Tashkin DP, Genovesi MG, Chopra S, Coulson A, Simmons M. Respiratory status of Los Angeles firemen. *Chest* 1977;71(4):445-9.
- Treitman RD, Burgess WA, Gold A. Air contaminants encountered by firefighters. *Am Ind Hyg Assoc J* 1980;41(11):796-802
- Young I, Jackson J, West S. Chronic respiratory disease and respiratory function in a group of firefighters. *Med J Aust*. 1980;1(13):654-8.