



시멘트 공장 근로자들의 만성폐쇄성폐질환 유병률 조사



서남대학교
명지병원 직업환경의학과 교수
김동일

이남수¹⁾ · 김원술²⁾ · 김준연³⁾

- 1) 서남대학교 명지병원 직업환경의학과
- 2) 성균관대학교 강북삼성병원 직업환경의학과
- 3) 대한산업보건협회 부산산업보건센터

서론

만성폐쇄성폐질환(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)의 유병률은 남성에서, 연령이 증가할수록 높고 직업 및 환경적 요인도 최근 부각되고 있지만 흡연이 가장 큰 유발요인으로 잘 알려져 있다.¹⁾ 만성폐쇄성폐질환은 흡연자의 질병으로 잘 알려졌지만 BOLD 연구에 의하면 흡연하지 않은 사람의 3~11%에서도 만성폐쇄성폐질환에 이환되어 있다.^{2,3)} 흡연 이외의 만성폐쇄성폐질환 발생원인 중 직업적 및 환경적 인자로 이산화황, 바나듐, 카드뮴, 석탄분진,

결정형 실리카(crystalline silica) 및 내분비독소(endotoxin)를 들 수 있다.^{4~6)} 시멘트 분진과 관련해서는 시멘트 공장 근로자들을 대상으로 한 연구에서 호흡기 관련 증상 및 폐기능 저하와 관련성이 있다는 연구^{7~8)}를 들 수 있으며, 이중 가장 중요한 위험요소는 결정형 실리카이다.⁹⁾ 그러나 시멘트 분진이 만성폐쇄성폐질환의 발생 요인으로 작용할 수 있다는 가설에 대하여서는 아직 학문적 논란이 많다.^{10~11)}

수년 전부터 충청도 및 강원도 지역 시멘트 공장 인근 주민들의 호흡기 질환 호소를 증가 및 시멘트 분진노출이 폐기능 악화는 물론 만성폐쇄성폐질환 발병관련성이 있다는 역학조사 결과들이 보고되고 있다. 이러한 역학연구보고서들은 대부분 시멘트 공장 인근 주민들을 대상으로 하였으며, 보고서상 유병률 산출에 대하여 일반화에 대한 이견들이 많이 제시되었다.

본 연구에서는 거주민들보다 직접 시멘트 분진에 노출되는 근로자들을 대상으로 조사한 만성폐쇄성폐질환 유병률은 시멘트 분진노출과 더 연관성이 높을 것으로 생각되어, 시멘트 분진 노출력과 근로자들의 만성폐쇄성폐질환 발병 관련성을 파악하고자 하였다.

연구대상 및 방법

우리나라 대표적인 시멘트공장 5개사의 10년 이상 근무한 현장직 근로자는 총 1,148명이었다. 이중 여자 4명을 제외하고 본 연구에 참여하기로 동의한 남자 807명을 최종 연구대상으로 하였다.

이들의 최근 3년 이내 분진 특수건강진단 시 실시한 폐기능검사 결과 중 FVC%, FEV₁% 및 FEV₁/FVC%를 확보하였다. 또한 이들이 근무하는 회사의 인적자료를 통하여 입사일, 근무연수, 근무부서 및 흡연력 등을 조사하였다.

5개의 회사별로 평균연령, 평균 근무연수, 폐기능 상태(평균 FVC%, FEV₁% 및 FEV₁/FVC%)를 분산분석을 통하여 비교하였다. 흡연습관은 비흡연자, 과거 흡연자, 현재 흡연자로 분류하였으며, 만성폐쇄성폐질환군과 대조군에 대하여 카이제곱 검정을 실시하였다. 만성폐쇄성폐질환기준은 GOLD(global initiative for chronic obstructive lung disease) 기준에 따라 'FEV₁/FVC ratio <70%'를 기준으로 하였다. 만성폐쇄성폐질환 grade는 FEV₁% 가 80% 이상 정도, 50~79% 중등도 및

30~49% 중증으로 분류하였다. 연령구분은 50세 미만군과 50세 이상군으로 분류하였으며, 노출기간은 20년 미만군과 20년 이상군으로 분류하였다.

통계처리는 변수간 비교를 위하여 카이제곱 검정, 분산분석 및 t-검정을 실시하였으며 만성폐쇄성폐질환 유병률에 영향을 미치는 요소인 연령, 근무기간, 흡연습관에 대하여 상호 보정하기 전·후로 두 번에 나누어서 단변수 및 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하여 OR값을 산정하였다.

연구결과

조사대상자들의 평균 연령은 49.1±6.1세(33~65세)였고, 평균 근속연수는 23.1±7.1년이었고, 평균 흡연률은 40.1%, 흡연자의 평균 흡연기간은 16.3±10.5년이였다. 조사대상자의 만성폐쇄성폐질환 평균 유병률은 3.7%였으며, 만성폐쇄성폐질환군과 대조군의 평균연령은 각각 49.0±4.8세 및 49.1±6.2세로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 50세 이상군 유병률이 4.5%으로 50세 미만군의 2.9% 보다 높았으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 만성폐쇄성폐질환군과 대조군의 평균 근무연수는 각각 23.4±3.9년 및 23.1±7.2년으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

20년 이상 근속군 유병률이 4.3%로 20년 미만군의 1.6% 보다 높았으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 만성폐쇄성폐질환군과 대조군의 평균 흡연기간은 각각 19.4±9.9년 및 16.1±10.5년으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 또한 비흡연군, 과거 흡연군 및 현재 흡연군간에도 만성폐쇄성폐질환 유병률의 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 폐기능인 경우 만성폐쇄성폐질환군에서 대조군보다 평균 FVC%, FEV₁% 및 FEV₁/FVC% 모두 유의하게 낮았다(p<0.05). <표 1>

<표 1> 분석 대상의 일반 특성

Variables	Unit	A Factory	B Factory	C Factory	D Factory	E Factory	Total	p-value
Cases	n	178	209	93	221	106	807	
Age	Mean±SD, years	48.8±6.4	47.9±6.7	50.3±6.7	49.2±5.6	51.1±4.4	49.1±6.1	<0.01
Working duration	Mean±SD, years	23.6±7.4	22.4±8.5	23.8±7.0	22.7±6.5	24.1±4.3	23.1±7.1	0.17
Smoking status	Non-smoker, n(%)	43(24.2)	51(24.4)	16(17.2)	39(17.6)	12(11.3)	161(20.0)	0.02
	Ex-smoker, n(%)	80(44.9)	74(35.4)	36(38.7)	92(41.6)	40(37.7)	322(39.9)	
	Smoker, n(%)	55(30.9)	84(40.2)	41(44.1)	90(40.7)	54(50.9)	324(40.1)	
	Duration, years	17.6±11.0	14.7±10.9	15.7±8.9	16.5±10.5	17.3±9.9	16.3±10.5	

만성폐쇄성폐질환 유병률에 영향을 미치는 요소 중 연령 및 근무기간에 대한 다변량 로지스틱분석 결과 50세 이상군의 aOR값이 1.31(0.60~2.85)이었으며, 20세 이상 근무기간군의 aOR값 2.52(0.72~8.84)로 높았으나 통계학적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 흡연인 경우도 비흡연자에 비하여 과거 흡연자 및 현재 흡연자군의 aOR값이 각각 0.86(0.28~2.62) 및 1.64(0.59~4.57)로 양의 값을 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(p>0.05). FEV₁%인 경우 80% 미만군의 cOR값이 9.43(4.41~20.16)으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). <표 2>

<표 2> 만성폐쇄성폐질환 유병률 & 변수 그룹의 비교

Variables	Unit	COPD group	Control group	p-value
Cases	n (%)	30(3.7)	777(96.3)	
Age	<50, n(%)	12(2.9)	399(97.1)	0.27
	≥50, n(%)	18(4.5)	378(95.5)	
	Mean±SD, years	49.0±4.8	49.1±6.2	0.94
Working duration	<20, n(%)	3(1.6)	181(98.4)	0.12
	≥20, n(%)	27(4.3)	596(95.7)	
	Mean±SD, years	23.4±3.9	23.1±7.2	0.85
Smoking status	Non-smoker, n(%)	5(3.1)	156(96.9)	0.32
	Ex-smoker, n(%)	9(2.8)	313(97.2)	
	Smoker, n(%)	16(4.9)	308(95.1)	
	Smoking duration, years	19.4±9.9	16.1±10.5	0.10
Lung function	FVC%, % predicted	89.4±16.7	94.6±12.2	0.03
	FEV ₁ %, % predicted	79.0±16.4	96.5±13.7	<0.01
	FEV ₁ /FVC%, % predicted	66.6±3.9	80.4±4.9	<0.01
	FEV ₁ %, n(%) ≥80	16(2.2)	712(97.8)	<0.01
	50~79	13(16.7)	65(83.3)	
	30~49	1(100.0)	0(0.0)	

〈표 3〉 관련 변수와 만성폐쇄성폐질환 간의 로지스틱 회귀 분석

Variables	Grade	Crude Odds ratio(cOR)			Adjusted Odds ratio(aOR)		
		Beta value	cOR (95% C.I.)	p-value	Beta value	aOR(95% C.I.)	p-value
Age, years	<50	-	reference	-	-	ref.	-
	≥50	0.46	1.58(0.75~3.33)	0.23	0.27	1.31(0.60~2.85)	0.50
Working duration, years	<20	-	ref.	-	-	ref.	-
	≥20	1.01	2.73(0.82~9.11)	0.10	0.92	2.52(0.72~8.84)	0.15
Smoking status	Non-smoker	-	reference	-	-	ref.	-
	Ex-smoker	-1.10	0.9(0.30~2.72)	0.85	-0.15	0.86(0.28~2.62)	0.79
	Smoker	0.48	1.62(0.58~4.51)	0.36	0.49	1.64(0.59~4.57)	0.35
FEV ₁ %, % predicted	≥80	-	reference	-	-	-	-
	<80	2.24	9.43(4.41~20.16)	<0.01	-	-	-

4. 고찰 및 결론

만성폐쇄성폐질환의 발병원인이 다양한 만큼 유병률도 매우 다양하다. 2007년 세계보건기구 만성폐질환 보고서¹²⁾에 따르면 40세 이상인 경우 4~20%로 연령이 증가할수록, 흡연자인 경우 높고, 특히 20~44세인 경우 각 나라마다 유병률이 매우 다양하다고 보고하였다(표 4). 유럽내에서 국가간 만성폐쇄성폐질환 유병률이 2.1%에서 26.1%로 연령그룹 및 연구방법에 따라 많은 차이가 있으며, 국제 기준이 있지만 정확한 만성폐쇄성폐질환의 역학적 유병률 평가에는 여러 가지 변수가 있어서 유병률의 단순 비교의 객관성 평가는 논란이 많다.¹³⁾

시멘트 공장 근로자들의 분진노출과 폐기능 영향에 대하여서는 충분진농도가 평균 3.2 mg/m³(누적 36 이상) 이상인 경우 FEV₁% 및 FEV₁/FVC ratio 영향을 준다. 만성폐쇄성폐질환(FEV₁/FVC ratio <0.7)은 누적노출 수준이 연간 100~300 mg/m³ 사이이며 이때 연령, 흡연 보정 OR값은 1.6(95% CI 0.5~5.1), 300 mg/m³ 이상에서는 9.9(95% CI 3.5~27.8)을 보였다. 즉 폐기능의 영향에 미치는 시멘트 분진 농도는 최근 충분진농도가 3 mg/m³ 이상, 만성폐쇄성폐질환 발생에 영향을 미치는 농도는 연간 300 mg/m³ 이상이라고 보고하였다.¹⁴⁾

〈표 4〉 폐활량 측정 기반 진단에 의한 만성폐쇄성폐질환의 유병률 추정, 집단 접근법

Count	Re-ference	Year	Diagnostic criteria	Age (years)	OverallCOPD prevalence(%)	Males	Fe-males
Denmark	(128)	1989	FEV /FVC<70%, FEV <60%	20~90	3.7		
England	(129)	1999	FEV <5 percentile+	60~75	9.9		
Finland	(130)	1994	Clinical examination+	≥65		12.5	3.0
	(131)	2000	Clinical examination+	≥30		22.1	7.2
FEV/FVC<70%, FEV <60%					11.0	5.2	
Italy	(120)	2000	ERSspirometric criteria	≥25	11.0	12.5	11.8
Norway	(132)	1979	Clinical examination+	16~69	4.1	3.7	4.6
	(133)	1991	Symptoms+spirometry	18~70	5.4	5.6	5.2
FEV /FVC<70%, FEV <80%				4.5	4.8	4.2	
Spain	(134)	1998	FEV /FVC<70%, FEV <80%	40~60		6.8	
	(135)	2000	ERSspirometriccriteria+	40~69	9.1	14.3	3.9
USA	(136)	1971	FEV /FVC<70%, FEV <60%	20~69		13.0	2.0
	(137)	2000	FEV /FVC<70%, FEV <80%	≥17	6.8		

※ 표 참조

120. Viegli G et al. Prevalence of airways obstruction in a general population: European Respiratory Society vs American Thoracic Society definition. *Chest*, 2000, 117 (5Supplement 2): 339S-345S.

128. Lange P et al. Chronic obstructive lung disease in Copenhagen: cross-sectional epidemiological aspects. *Journal of Internal Medicine*, 1989, 226:25-32.

129. Dickinson JA et al. Screening older patients for obstructive airways disease in a semi-rural practice. *Thorax*, 1999, 54:501-505.

130. Isoaho R et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in elderly Finns. *Respiratory Medicine*, 1994, 88:571-580.

131. von Hertzen L et al. Airway obstruction in relation to symptoms in chronic respiratory disease—a nationally representative population study. *Respiratory Medicine*, 2000, 94:356-363.

132. Gulsvik A. Prevalence and manifestations of obstructive lung disease in the city of Oslo. *Scandinavian Journal of Respiratory Diseases*, 1979, 60:286-296.

133. Bakke S et al. Prevalence of obstructive lung disease in a general population: relation to occupational title and exposure to some airborne agents. *Thorax*, 1991, 46:863-870.

134. Marco-Jordan L, Martin-Berra J. Chronic obstructive lung disease in the general population. An epidemiologic study performed in Guipuzcoa. *Archivos de Bronconeumologia*, 1998, 34:23-27.

135. Pena VS et al. Geographic variations in prevalence and under diagnosis of COPD: results of the IBERPOC multicentre epidemiological study. *Chest*, 2000, 118:981-989.

136. Mueller RE et al. The prevalence of chronic bronchitis, chronic airway obstruction, and respiratory symptoms in a Colorado city. *American Review of Respiratory Diseases*, 1971, 103:209-228.

137. Mannino DM et al. Obstructive lung disease and low lung function in adults in the United States: data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1988-1994. *Archives of Internal Medicine*, 2000, 160:1683-1689.

본 연구의 만성폐쇄성폐질환 유병률이 3.7%로 비교적 낮은 이유는 대상자의 연령이 33세~59세 사이가 98%로 호발 연령대보다는 낮은 점이 가장 큰 이유로 사료된다. 2001년부터 2012년까지 지속 관찰한 안성/안산 코호트 연구 결과 40대 3.4~4.8%와 유사하였으나, 50대의 9.3~10.3% 보다는 낮았다. 또한 국민건강영양조사 4기(2007~2009) 조사 결과 40대 4.3% 및 50대의 10.1% 보다는 낮았다. 다변량 로지스틱 회귀분석에서 만성폐쇄성폐질환 발병과 관련인자로 알려진 연령, 흡연력의 상대위험도는 양의 값을 나타내었지만 통계학적으로 유의하지 않은 점 또한 대상자가 경증이 대부분이고 만성폐쇄성폐질환 호발 연령이 아니기 때문으로 판단된다.

연구자별 만성폐쇄성폐질환의 유병률의 차이는 조사대상자의 차이도 있지만 폐기능검사만으로 만성폐쇄성폐질환을 진단하는 경우 검사자체의 제한도 큰 요인으로 작용한다고 알려져 있다.^{15, 16)}

PubMed와 EMBASE에서 1980년에서 2015년 사이에 발표된 JEM에 기반한 직업성 만성폐쇄성폐질환 연구에 대한 체계적인 검색을 통하여 메타분석 연구결과 일반인 집단의 JEM(based on expert consensus)이 작업환경 기반의 JEM자료를 기반으로 한 것보다 더 높은 위험평가를 얻었다(1.26; 1.20~1.33 vs 1.14; 1.10~1.19). 또한 VGDF인 경우 자가노출기록 자료군이 작업환경 근거 노출군보다 더 높은 위험평가를 하였다(1.91; 1.72~2.13 vs 1.10; 1.06~1.24). 또한 VGDF인 경우 자가노출기록 자료군이 작업환경 근거 노출군보다 더 높은 위험평가를 하였다(1.91; 1.72~2.13 vs 1.10; 1.06~1.24). 분진 중 특히 생물학적 먼지(1.33; 1.17~1.51)는 만성폐쇄성폐질환에 대한 가장 높은 위험 예측치를 가졌다. 직업성 만성폐쇄성폐질환 연구의 대다수는 먼지가 많은 환경에 초점을 맞추어졌지만, 보통 정도의 일반적인 직업성 공기오염에 대한 만성폐쇄성폐질환의 위험 예측치의 차이는 발견되지 않아 VGDF의 노출력을 자가평가한 자료를 근거로 한 이전의 연구들은 직업성 만성폐쇄성폐질환의 위험을 과대평가하였을 수 있으므로 해석에 주의를 요한다고 보고하였다.¹⁷⁾

결론적으로 근로자건강효과 등 여러 변수가 있지만 국민건강영양조사 결과 등과 비교하여 시멘트 공장에서 10년 이상 현장 근무자들 집단이라고 하여 만성폐쇄성폐질환 유병률이 높다고 할 수 없었다. 이러한 결론은 시멘트공장 정년으로 퇴사한 근로자에게 발견된 만성폐쇄성폐질환의 발병원인 규명에 기초자료로 활용될 것으로 기대한다. ☺

참고문헌

1. Jean B, Nilolai K. Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory disease. WHO, 2007.
2. Buist AS, McBurnie MA, Vollmer WM, et al. International variation in the prevalence of COPD(the BOLD Study): a population-based prevalence study. *Lancet* 370:741–750, 2007.
3. Thomas L, Petty. Definition, epidemiology, course, and prognosis of COPD. *Clin Cornerstone*. 5(1):1–10, 2003.
4. Kim WJ, Lee CY. Environmental exposure and chronic obstructive pulmonary disease. *Mol Cell Toxicol*. 13: 251–255, 2017.
5. Bonner JC, Rice AB, Moomaw CR, Morgan DL: Airway fibrosis in rats induced by vanadium pentoxide. *Am J Physiol* . 278, L209–L216, 2000.
6. Harkema JR, Hotchkiss JA: Ozone- and endotoxin-induced mucous metaplasias in rat airway epithelium: novel animal models to study toxicant-induced epithelial transformation in airways. *Toxicol Lett*. 68:251–263, 1993.
7. Noor H, Yap CL, Zolkepli O, Faridah M. Effect of exposure to dust on lung function of cement factory workers. *Med J Malaysia*. 55(1):51–7, 2000.
8. Nordby KC, Noto H, Eduard W, et al. Thoracic dust exposure is associated with lung function decline in cement production workers. *European Respiratory Journal*, 48(2): 331–339, 2016.
9. E Hnizdo, V Vallyathan. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Environ Med*. 60(4): 237–243, 2003.
10. Fell AK, Thomassen TR, Kristensen P, Egeland T, Kongerud J. Respiratory symptoms and ventilatory function in workers exposed to portland cement dust. *J Occup Environ Med*. Sep;45(9):1008–14, 2003.
11. Abrons HL, Petersen MR, Sanderson WT, Engelberg AL, Harber P. Symptoms, ventilatory function, and environmental exposures in Portland cement workers. *Br J Ind Med* 45, 368–75, 1988.
12. Kenji S., Colin DM, Alan DL. COPD_Consistent estimates of incidence, prevalence, and mortality by WHO region. WHO, 2001.
13. Kokuvi Atsou. Variability of the chronic obstructive pulmonary disease key epidemiological data in Europe: systematic review. *BMC Medicine*, 9:7, 2011.
14. Mwaiselage. Health and Safety Executive, Portland Cement Dust–Hazard assessment document EH75/7, Cement dust exposure and ventilatory function impairment: an exposure– response study. HSE. *J Occup Environ Med*, 46, 658–67, 2004.
15. Rebeck DA, Hanania NA, D’Urzo AD, et al. The accuracy of a handheld portable spirometer. *Chest*. 109:152–7, 1996.
16. Enright PL. Spirometry in the lung health study: II. Determinants of short–term intraindividual variability. *Am J Respir Crit Care Med*. 151: 406–411, 1995.
17. Steven Sadhr. Occupational COPD and job exposure matrices: a systematic review and meta–analysis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 12:725–734, 2017.