

조선소 근로자들의 폐쇄성 폐기능 저하와 관련된 요인

김자현¹ · 김영옥 · 채창호 · 손준석 · 김찬우 · 이준호 · 박형욱 · 조병만^{2*}

¹성균관대학교 의과대학 삼성창원병원 직업환경의학과, ²부산대학교 의학전문대학원 예방의학교실

Factors Associated With Obstructive Pattern Spirometry In Shipyard Workers

Jahyun Kim¹ · Young Wook Kim · Chang Ho Chae · Jun Seok Son ·
Chan Woo Kim · Jun Ho Lee · Hyung Wook Park · Byung Mann Cho^{2*}

¹Department of Occupational and Environmental Medicine, Samsung Changwon Hospital,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, South Korea

²Department of Preventive and Occupational Medicine,
Pusan National University School of Medicine, Yangsan, South Korea

ABSTRACT

Objectives: Alongside smoking, occupational exposure is an important risk factor for chronic obstructive pulmonary disease. The purpose of this study was to evaluate factors associated with occupational pulmonary function decline that can be used to create guidelines for the health management of shipyard workers

Materials: This study analyzed spirometry from 10,597 male shipbuilding workers. Functional decline in spirometry was defined as FEV1/FVC <70% and logistic regression for work duration and occupational hazard exposure was performed

Results: Among the subjects, 4.2% showed an obstructive pattern in pulmonary function. The odds ratios for hazard exposure were 1.67(indirect) and 3.54(direct), and for work duration 1.97(10-18 years), 2.29(19-27), and 5.02(28+). After adjusting for smoking and work-related factors, the odds ratios for work durations of over 10 years were 1.73(10-18 years), 1.99(19-27), and 4.09(28+), but for hazards exposure was 1.71(direct) alone after adjustment.

Conclusions: Occupational COPD is insidious and chronic, and thus long-term hazard exposed(especially over 10 years) shipyard workers with functional decline in spirometry need to prevent and manage COPD. This study is important for establishing guidelines to manage hazard exposure among shipyard workers and prevent COPD

Key words: occupational exposure, pulmonary disease chronic obstructive, respiratory function test

I. 서 론

만성 폐쇄성 폐질환은 이전 폐기종이나 만성기관지염 등의 폐질환을 정리하여 지칭한 것으로, 비가역적으로 기도에서 기류의 제한이 있는 것을 의미하며 만성 염증에 의한 기도와 폐실질 손상으로 인해 발생한다. 만성 폐쇄성 폐질환은 이환율과 사망률이 높

은 질환으로(Boschetto et al., 2006), 원인으로는 유전적 소인, 흡연, 직업성 분진이나 증기 또는 흡에 노출, 실내 외의 공기 오염 물질 등이 있을 수 있으며, 이외에 노화, 감염, 천식, 성별, 사회 경제적 요인들은 다른 요소들과 복합적으로 관여하며 연구마다 이견이 있다(Mannino & Buist, 2007).

만성 폐쇄성 폐질환은 65세 이상의 고령에서 많이

*Corresponding author: Byung Mann Cho, Tel: 051-510-8032, E-mail: orangeload@yahoo.co.kr
Department of Preventive and Occupational Medicine, Pusan National University School of Medicine. Geumo-ro 20, Mulgeum-eup, Yangsan, 626-770

Received: August 21, 2015, Revised: December 1, 2015, Accepted: December 2, 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

발생하며 인구의 고령화와 더불어 유병률은 계속 증가하는 추세이다. 한국의 만성 폐쇄성 폐 질환 유병률은 2008년 국민건강영양 조사에 따르면 40세 이상 인구의 13.4%이며 이중 남성 19.4%, 여성 7.9%로 조사되었다(COPD guideline 2014, 2014).

만성 폐쇄성 폐질환의 발생에 있어서는 흡연이 가장 큰 영향을 끼친다고 알려져 있지만, 만성 폐쇄성 폐질환 환자의 25~45%에서는 비흡연자인 것으로 나타나며 흡연 이외의 요인으로는 실내 외 공기 오염이나 직업적인 노출 등이 포함된다(Salvi & Barnes, 2009). 직업성 분진이나 증기 또는 흙에 노출되는 경우 비흡연자에서 직업성 노출만으로도 발생할 수 있어(Hnizdo et al., 2002), 직업적 요인에 대한 고려가 반드시 필요하다.

직업성 만성 폐쇄성 폐질환은 유해 인자의 노출로 인해 발생하는 것을 의미하나 흡연 등의 개인적, 환경적인 요인들과의 혼란요인이 있고 경과가 느리게 진행되는 만성적이고 점진적인 점과, 천식과는 달리 원인 물질의 노출을 중단하여도 비가역적으로 진행되는 특징을 나타낸다. 직업성 폐질환에 대해서는 질병이 진단되고 작업 중 질병을 유발할 수 있는 물질에 노출되었다는 작업 관련성이 있다면 진단할 수 있다(Lee et al., 2009). 직업적 유해 인자 노출이 만성 폐쇄성 폐 질환에 기여한다는 해외 보고들이 있으나(Weinmann et al., 2008; Blanc et al., 2009), 유해 인자에 노출되는 각각의 근로자에 있어서 유해인자의 노출이 만성 폐쇄성 폐질환의 직접적인 원인이 되는지를 판단하기는 쉽지 않다. 특히 흡연자의 경우 유해인자의 노출과 흡연력을 함께 고려해야 한다(Becklake, 1989). 따라서 특수건강진단 기관에서는 특수건강검진 판정에 있어 폐활량 검사상 폐쇄성 폐환기 장애 형태의 폐활량 저하를 보이며 유해 물질 노출력이 있음에도 불구하고 일반질병 요관찰자 또는 일반질병 유소견자와 구별하는데 어려움이 따른다.

조선소 근로자는 다양한 작업 공정에서 용접흄, 분진, 유기 용제 등의 유해 물질에 노출되는데, 이러한 노출로 인해 간, 후두, 폐, 방광의 암이 증가하고 호흡기 질환의 발생이 증가할 수 있다(Korczynski, 2000; Puntoni et al., 2001;). 특히 용접흄은 독성을 가진 여러 흄과 가스의 복합체로서 폐활량을 감소시키고 만성기관지염을 유발하는 등 폐질환의 원인으로

로 작용한다(Akbarkhanzadeh, 1980; Ozdemir et al., 1995; Antonini et al., 2003; Meo & AlKhilawi, 2003; Lillienberg et al., 2008;). 그러나 이러한 조선소 근로자들의 건강 진단 결과 특히 폐활량 검사 결과를 통한 직업성 만성 폐쇄성 폐질환의 예방 및 관리 방안 에 대한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

본 연구는 정기적으로 조선소 근무 근로자의 건강 진단에서 시행되는 폐활량 검사의 결과를 바탕으로 폐쇄성 폐환기 장애 형태의 폐활량 저하에 관련된 요인들이 어떠한 영향을 미치는지 알아보고 이를 특수건강진단의 판정에 활용하여 유해 물질에 노출되는 근로자들이 직업성 만성 폐쇄성 폐질환으로 이환 되는 것을 예방하고 관리하는데 기여하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

2013년 일개 조선소에서 근무하면서 정기 근로자 건강 검진을 실시한 13318 명의 남성을 대상으로 하였으며, 이중 흉부 방사선 검사 상 영상의학과 전문의에 의해 폐기종이나 무기폐 또는 기관지염이 있는 것으로 판독된 65명 및 흉부 방사선 및 폐활량 검사를 받지 않은 자, 폐활량 검사를 거부하였거나 업무 내용이 명확하게 분류되지 않거나 설문에서 천식이 있다고 응답한 자, 설문에 대해 충실히 응답하지 않은 자들을 제외한 10597명을 대상으로 하였으며, 작업 환경 측정 결과상 목분진, 용접흄, 산화철, 니켈, 크롬, 알루미늄, 메틸렌비스페닐이소시아네이트, 헥사메틸렌디이소시아네이트에 대한 노출이 있다고 인정되어 특수건강진단상 폐활량 검사를 실시한 8222명과 유해 인자에 노출이 있지는 않지만 종합 검진 항목에 포함된 폐활량 검사를 실시한 2375 명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

연구 대상의 폐활량 검사 결과를 바탕으로 폐활량 검사에서 1초강제호기량(FEV1 ; forced expiratory volume in one second)에 대한 예측치와 노력성폐활량(FVC ; forced vital capacity)의 예측치의 비인 1초 강제호기율(FEV1/FVC(%))을 FEV1/FVC < 70인 폐

쇄성 형태의 폐기능 저하를 보이는 경우를 폐활량 저하군으로, FEV1/FVC \geq 70인 경우를 폐활량 정상군으로 나누었다. 정상 폐활량 예측치는 예측식을 사용하여 폐활량에 영향을 미치는 요인인 나이, 신장, 성별, 인종 등이 보정된 값으로 Knudson et al.의 폐활량 예측식을 사용하였다(Knudson et al., 1983).

폐활량 검사 실시 전 호흡기 질환, 근무 경력, 업무 내용 등에 대한 설문조사를 시행하였으며, 폐활량 검사에 결격사유가 있는 경우(감기, 흡연, 호흡기 질환, 약물 복용, 수술, 몸 상태 저하 등)가능한 상태가 될 때까지 검사를 연기하여 결격사유가 없을 때 실시하였다. 폐활량 검사는 폐활량 검사 정도 관리 교육을 이수한 숙련자를 통해 실시하였으며, 하루 2회 보정을 시행하였고 센서를 교체할 경우 다시 보정하였다. 보정은 3L 보정용 시린지로 2.91~3.09L 이내의 범위에 들도록 하였다. 검사시 온도와 습도를 기록 하였으며 폐활량측정기 HI-801(CHEST.M.I.,Inc.,Japan) 을 사용하였다. 폐활량 검사는 안전 보건 공단에서 제시하는 폐기능 검사 지침에 따라 검사 및 기기 보정과 결과 보고 방법을 준수하여 적정성과 재현성을 만족할 수 있도록 하였다. 재현성 평가를 위해 정도 관리의 과정을 통해 적합성 기준을 만족한 검사를 3회 이상 시행한 대상자에서 가장 큰 FVC 값과 그 다음으로 큰 FVC 값의 차이와 가장 큰 FEV1 값과 그 다음으로 큰 FEV1 값의 차이가 150 ml를 넘지 않도록 하였다(Miller et al., 2005). 재현성 또는 신뢰성에 도달하지 못한 경우는 최대 8회까지의 반복 검사를 실시하여 최소한 세 개의 가장 좋은 수기를 저장하였다.

대상자의 흡연, 유해 인자 노출 여부, 근무경력 등을 폐활량의 저하에 관련된 주요 요인으로 두었다. 흡연은 흡연의 상태를 현재 흡연자, 과거 흡연자, 비흡연자로 나누고 흡연의 정도를 하루에 한갑(20개피) 씩 몇 년간 흡연 했는지 계산한 흡연 갑년(pack-year)으로 측정하였다. 흡연력은 현재 흡연자, 과거 흡연자, 비흡연자로 나누었다. 유해 인자의 노출 여부는 작업 환경 측정 결과를 바탕으로 파악하였으며, 유해 인자에 노출되는 경우 업무 내용에 따라 용접 작업과 같은 직접적으로 노출되는 근로자와 운반 작업 같은 비교적 간접적으로 노출되는 근로자로 나누었다. 근무경력은 입사 일자를 기준으로 몇 년간 근무하였는지를 조사하였다.

통계 분석은 폐활량 정상군과 저하군에 대해 근무 기간과 흡연갑년의 평균 비교(t-test)를 하였고, 흡연력 과 유해인자 노출 여부 등의 요인에 대한 카이 제곱 검정을 실시하였다. 또한 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하여 요인들에 대한 폐활량 저하의 교차비(odds ratio)를 산출하였다. 통계 분석에는 R Version 3.0.3 을 사용하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

대상자들의 평균 연령은 39.89세 이며, 평균 근무 기간은 15.76년이였다. 흡연갑년은 평균 9.18갑년이였다. 연령을 나이대로 나누어 살펴보면, 10대가 53명(0.5%), 20대가 1459명(13.8%), 30대가 3251명(30.7%), 40대가 4112명(38.8%), 50세 이상이 1722(16.2%) 이었으며, 근무기간은 5년 미만이 1241명(11.7%), 5년 이상에서 10년 미만이 2400명(22.6%), 10년 이상에서 15년 미만 이 886명 (8.4%), 15년 이상에서 20년 미만이 2635명(24.9%), 20년 이상에서 25년 미만이 1258명(11.9%), 25년 이상에서 30년 미만이 1141명(10.8%), 30년 이상이 1036명(9.8%)으로 나타났다.

흡연은 흡연의 상태를 흡연의 정도에 따라 살펴보았을 때, 현재 흡연자 중 10갑년 이상이 1944명(24.0%), 5갑년 이상 10갑년 미만이 934명(11.5%), 5갑년 미만이 593명(7.3%) 로 나타났으며, 과거 흡연자 중 10갑년 이상이 870명(10.7%), 5갑년 이상 10갑년 미만이 456명(5.6%), 5갑년 미만이 539명(6.6%) 로 나타났고, 비흡연자는 2779명(34.2%) 로 나타났다. 폐활량 검사결과는 만성폐쇄성폐질환의 진단 가이드라인으로 대한결핵 및 호흡기 학회 학회에서 사용하고 있는 GOLD(Global Initiative for Obstructive Lung Disease) Criteria(Gold,2015) 에 따라 분류해 보았을 때, FEV1/FVC가 70% 미만이면서 FEV1이 80%이상인 StageI이 317명(3.0%), FEV1이 50%이상 80%미만인 StageII가 128명(1.2%)이었으며 30%이상 50%미만인 StageIII 와 30%미만인 StageIV는 없었다.

대상자를 업무 내용에 따른 유해 인자 노출에 따라 나누어 보았을 때 유해 인자 노출군은 6719명(82.1%)이었고, 유해 인자 비노출군은 1465명(17.9%) 이었다. 노출군 중에 업무 내용이 유해 인자에 직접

적으로 노출되는 직접 노출군은 4341명(53.0%), 비교적 간접적으로 노출되는 간접 노출군은 2378명(29.1%)이었다(Table 1). 유해 인자에 노출되는 근로자는 유해 인자의 노출 정도를 평가하기 위해 조선소 업무 내용 98개를 유사한 것으로 묶어서 49개로 하였으며, 이를 다시 용접, 취부 등 28개 항목의 직접 노출 업무와 운반, 관리 등 21개 항목의 간접 노출 업무로 나누어 유해 인자 직접 노출군과 간접 노출군으로 하였다(Table 2).

2. 폐활량 정상군과 폐활량 저하군간 요인들의 비교

요인들을 폐활량 정상군과 저하군 간에 비교해 보면, 근무기간 및 연령의 평균 비교에서 유의한 차이를 나타내었고, 흡연과 유해 인자 노출에 대한 카이제곱 검정에서 유의한 차이가 있었다(Table 3).

3. 폐기능 저하와 관련된 요인들의 다변량 로지스틱 회귀분석

조선소에서 근무하는 근로자들의 폐기능 저하에

Table 1. General characteristics of study population

Characteristics		Numbers(%)	
Age group(year)	10-19	53(0.5)	
	20-29	1459(13.8)	
	30-39	3251(30.7)	
	40-49	4112(38.8)	
	≥50	1722(16.2)	
	Tenure(year)	5 <	1241(11.7)
Tenure(year)	5-9	2400(22.6)	
	10-14	886(8.4)	
	15-19	2635(24.9)	
	20~24	1258(11.9)	
	25-29	1141(10.8)	
	≥30	1036(9.8)	
	Hazards exposure group	None	1465(17.9)
		Exposure	Indirect Direct
Smoking(packyear)*	None	2779(34.2)	
	Past	5<	539(6.6)
		5-10	456(5.6)
		≥10	870(10.7)
	Current	5<	593(7.3)
		5-10	934(11.5)
≥10		1944(24.0)	
Pulmonary function	Stage0**	10152(95.8)	
	Stage I	317(3.0)	
	Stage II	128(1.2)	
	Stage III	0(0)	
	Stage IV	0(0)	
Total		10597(100)	

*Packyear;twenty cigarettes smoked everyday for one year

**GOLD(Global Initiative for Obstructive Lung Disease) Criteria

Stage0;FEV1/FVC≥70

StageI;FEV1(forced expiratory volume in one second)/FVC(forced vital capacity)<70% and FEV1≥80

StageII;FEV1/FVC<70 and 50≤FEV1<80

StageIII;FEV1/FVC<70 and 30≤FEV1<50

StageIV;FEV1/FVC<70 and FEV1<30

Table 2. Job tasks and possible exposure hazards by exposure groups

	Job tasks	Possible exposure hazards
Direct exposure	Welding(Dock, Open, Pre erection, Close, Tech, TIG), Attachment(Carrier, Open, Fairing, Molding, Dock), Marking(Dock, Pre erection), Installation(Engine room, Deck, Body, Electrical), Gauge(Installation, Engine), Cutting(Auto, Plate), Coating(Paint, Shot), Outfitting(wood), Line heating, Rigger(Shackle, Operator), Crane	Noise, Welding fume, Iron oxide, Vibration, Heavy metals(Manganese, Nickel, Chrome, Copper, Zinc oxide, Aluminum, Carbon monoxide, Wood dust, Glass fiber dust, Organic compounds (Epichlorohydrin, Diethylenetriamine, 1-Butyl alcohol, 2-Butoxyethanol, Methyl alcohol, Methyl isobutyl ketone, Cyclohexanone, Acetone, Ethylbenzene, Isobutyl alcohol, Isopropyl alcohol, Xylene, Chlorobenzene, Toluene, Heptane, Methylene bisphenyl isocyanate, Hexamethylene diisocyanate)
Indirect exposure	Assembly, Plate sizer, Public service(Construction, Control), Docking, Sea trial(Engine, Body, Electrical), Carrier, Item control, Electric system control, Scaffolding, Heavy machinery control, Civil engineering, Indirect, Work control, Safety control, Quality survey, Quality control, Motor equipment control, Press	
Nonexposure	Contract, Design, Accounting, Management, Study, Planning, System, et cetera	-

Table 3. General and occupational characteristics by pulmonary function test(PFT)

Characteristics		Normal PFT	Decline* PFT	P-value	
		Numbers(%)			
Total		10152(95.8)	445(4.2)		
Age(year)		39.60±8.85	46.29±8.71	0.000 [†]	
Tenure(year)		15.55±9.37	20.38±9.52	0.000 [†]	
Smoking(packyear)	None	2699(34.5)	80(27.8)		
	Past	5<	526(6.7)	13(4.5)	
		5-10	439(5.6)	17(5.9)	
		≥10	825(10.5)	45(15.6)	0.000 [‡]
	Current	5<	579(7.4)	14(4.9)	
		5-10	915(11.7)	19(6.6)	
≥10		1844(23.6)	100(34.7)		
Hazards exposure(year)	None	1432(18.2)	33(11.4)		
	Indirect	10<	1287(16.3)	17(5.9)	
		≥10	1009(12.8)	65(22.5)	0.000 [‡]
	Direct	10<	1593(20.2)	41(14.2)	
		≥10	2574(32.6)	133(46.0)	

*FEV1/FVC(forced expiratory volume in one second/forced vital capacity)<70

[†] P-ValuebyT-Test

[‡] P-Valueby χ^2 -test

영향을 주는 직업적 영향을 살펴보기 위해 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 근무기간을 4구간으로 나누어 9년 이하, 10~18년, 19~27년, 28년 이상으로 두었고, 유해인자 노출은 비노출군, 간접 노출군, 직접노출군으로 나누어 살펴보았다. 관련인자인 연령과 흡연력을 보정하였고(Model I), 다시 근무기간 및 유해인자 노출 여부를 보정하였다(Model II). 유해인자

노출 여부는 보정 전에는 직접 노출군과 간접 노출군 모두에서 유의하게 나타났으며 연령과 흡연 보정 후에도 유의하게 나타났으나, 근무기간과 노출 여부에 대한 보정 후에는 직접 노출군에서만 통계적으로 유의하게 나타났다. 근무기간은 1초강제호기율이 정상인 군에 비해 70%미만인 군의 10년 이상 근무군의 교차비가 10년 이상의 근무기간에서 보정 전과 보정

Table 4. Odds ratio(OR) work-related factors with decline* pulmonary function test(PFT)

Variables		Adjusted OR		
		Crude OR	Model I [†]	
		OR 95% CI	OR 95% CI	Model II [‡]
		OR 95% CI	OR 95% CI	
	~9	1	1	1
Work duration (year)	10~18	1.97(1.46-2.66)	1.92(1.41-2.60)	1.73(1.25-2.38)
	19~27	2.29(1.60-3.27)	2.26(1.58-3.24)	1.99(1.36-2.91)
	28~	5.02(3.60-6.99)	5.09(3.63-7.12)	4.09(2.81-5.96)
	None	1	1	1
Hazards exposure	Indirect	1.67(1.12-2.50)	1.62(1.08-2.42)	1.14(0.74-1.75)
	Direct	3.54(2.30-5.45)	3.40(2.20-5.25)	1.71(1.05-2.78)

*FEV1/FVC(forced expiratory volume in one second/forced vital capacity)<70

[†]adjusted with age, smoking[‡]adjusted with age, smoking, work duration, exposure

후 모두 구간별로 유의하게 나타났으며 근무기간이 긴 구간일수록 교차비가 높았다(Table 4).

IV. 고 찰

만성 폐쇄성 폐질환을 진단하기 위해서는 폐활량 측정을 기본적으로 시행 하며 검사상 폐쇄성 폐환기 장애 형태의 폐기능 저하(FEV1/FVC < 70%) 를 보인다. 만성 폐쇄성 폐질환의 병기를 폐활량 저하의 정도에 따라 나눈 것이 GOLD(Global Initiative for Obstructive Lung Disease) 분류인데(Gold, 2015), GOLD 분류는 기본적으로 기관지 확장제 투여 후의 결과를 기준으로 하고 있다. 그러나 본 연구에서는 근로자 건강 진단의 범주에서 안전 보건 공단의 폐활량 검사 실시 기준을 바탕으로 폐활량 검사 시 기관지 확장제를 투여하지 않은 상태로 시행하였다. 따라서 본 연구의 결과는 GOLD 분류에 따른 유병률에 있어서는 차이가 있을 수 있다. 그러나 기관지 확장제 가역성 검사는 가역성 정도가 천식과 감별 진단하거나 치료 반응을 예측하는 데 별로 도움이 되지 않고(COPD guideline 2014, 2014), 기관지 확장제를 투여하지 않은 결과로 유병률을 제시하는 연구도 있다(Kim et al., 2005; Yoo & Sung, 2011).

폐활량 정상 예측식은 다양하게 제시되고 있으며(Knudson et al., 1983; Paek et al., 1994; Morris et al., 1971), 본 연구에서는 Knudson et al.이 제안한 예측식을 사용하였다. 폐활량의 예측식에 대하여는 여러

논의가 있는 실정이며(Song et al., 2006), 어떤 예측식을 적용하느냐에 따라 폐활량의 등급이 달라질 수도 있다(Lee & Choi, 2010). 서양인을 기준으로 한 폐활량이 아시아인에게는 맞지 않다는 주장 하에 국내 연구진에서 한국인에게 적합한 폐활량 예측식을 제시하기도 하였다(Paek et al., 1994). 그러나 최근 한국인의 체형이 서양인과 격차가 줄어들고 폐활량 검사 결과도 외국 예측식과 국내 예측식을 비교해 보아도 10%이내의 차이가 나고 있다(Choi et al., 2005). 따라서 예측식의 적합성에 대한 연구들이 향후 필요할 것으로 판단된다.

일반적으로 제시되는 국내 만성 폐쇄성 폐질환 유병률은 7% 수준이며 연령이 증가하면 유병률이 높아진다(Kim et al., 2006). 본 연구에서 폐쇄성 폐환기 장애 형태의 폐기능 저하의 유병률은 4.2% 정도로 나타났다. 이는 폐질환의 역학적 특성과 건강근로자 효과로 인한 것으로 보인다. 조선소 근무 근로자들이 노출될 수 있는 폐기능 관련 유해인자는 용접 작업 시 발생하는 용접흠에 산화철, 망간, 크롬, 니켈, 알루미늄 등이 포함되어 있으며 일산화탄소, 오존 등의 유해가스에 장기간 노출 될 경우 기관지에 만성 염증을 일으켜 폐활량을 저하시킬 수 있다(Koh et al., 2015). 용접작업자에 있어서 만성폐쇄성 폐질환이 증가하며(Marongiu et al., 2014), 특히 코발트나 니켈 등이 천식증상을 유발한다는 보고도 있다(Temel et al., 2010). 또한 메틸다이아이소시아네이트 등의 유기화합물들에 노출될 경우 기관지 내피세포의 손상으로 천

식과 만성 폐쇄성 폐질환을 유발할 수 있다(Bose & Bathri, 2012). 기본적으로 직업성 천식이나 만성 폐쇄성 폐질환으로 인한 증상이 심하게 발생하여 업무를 계속할 수 없어 부서 배치가 전환되거나 업무를 그만두게 되는 경우 유질환자로 판정되지 않는다면 근로자 건강 진단 통계에서 탈락하게 되므로 향후 유해인자 노출 근로자에 대한 장기간의 추적조사 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서는 만성 폭로의 영향을 살펴보기 위해 일개 조선소에 근무하고 있는 근로자들의 근무력을 4구간으로 나누어 9년 이하, 10년에서 18년, 19년에서 27년, 28년 이상으로 나누어 분석하였다. 본 연구에서 근로자들의 근무력은 최대 38년이었고, 문헌 등에서 장기 폭로의 기준은 일률적으로 제시되고 있지는 않으나 용접흡의 노출시간에 따라 9년 이하근과 10년에서 19년, 20년 이상으로 나누었을 때 폐기능이 감소하였거나(Sohn et al., 1991), 용접작업자에서 10년 이상 근무한 군에서 폐기능 이상이 높게 나타났다(Rastogi et al., 1991). 분석 결과 10년 이상 근무한 군에서 폐활량 저하에 영향이 있음을 알 수 있었다. 따라서 장기간 유해 인자에 노출되어 근무한 근로자의 경우에는 폐활량이 감소한 경우 요관찰자로 판단하여 흡연자일 경우 금연을 유도하는 등 예방 및 조기 진단의 사후 관리가 가능할 수 있도록 하고 문진을 통해 만성 폐쇄성 폐질환의 증상을 호소하고 있는 경우는 유소견자로 판단하여 부서 전환 및 업무 관련성 평가 등의 사후 조치가 가능하도록 하는 것이 근로자 건강 진단의 취지에 부합한다고 할 수 있겠다.

유해 인자에 노출되는 노출군은 직무 내용에 따라 비노출 군과 간접 노출군, 직접 노출군으로 나누었다. 유해인자의 노출은 직무로 평가하는 것이 대체로 정확한 것으로 보나(Bourgkard et al., 2013), 직무 수행 환경이 독립적이지 않고 직무의 구분도 대략적인 편이어서 실제 근무자 및 관리자 등과 함께 노출 여부를 직접 노출과 간접 노출로 평가하여 나누었다. 보정 이전에는 간접 노출군에서 교차비 1.67, 직접 노출군에서 3.54로 유의하게 나타났고, 연령 및 흡연력을 보정한 이후에도 교차비가 1.62, 3.40으로 각각 유의하게 나타났다. 그러나 근무기간의 보정을 거친 후에는 직접 노출군에서만 교차비 1.71로 유의하게

나타났다. 직업적 노출 평가는 작업 명칭이나 부서 명으로 할 경우 회사의 오분류 등이 발생하기 쉬움으로 인해 평가가 어렵고(Dewar et al., 1991; Benke et al., 2001), 작업 공정이나 설비의 교체 등과 같은 변화에 따라, 그리고 같은 공간에서도 노출의 정도가 다르며, 노출 물질이 복합적으로 발생할 수 있다. 또한 보호구의 착용여부 및 업무내용 및 장소에 따라 매일의 노출 시간도 달라질 수 있다는 점, 그리고 환경적 노출이나 간접적 노출, 개인적 노출 등을 모두 고려하여야 한다는 문제점이 있다(Benke et al., 2000). 따라서 본 연구의 업무 내용에 따른 유해 인자 노출의 정도를 파악하는 데 있어서도 마찬가지로 한계점이 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 단면 연구로 만성 폐쇄성 폐질환이 발생하는 시점이 명확하지 않고 점진적으로 진행되는 질병의 특성과 급성으로 발생하거나 정도가 심각하여 업무가 불가능한 경우 대상에서 탈락하는 건강 근로자 효과 때문에 결과를 만성 폐쇄성 폐질환자로 설정하지 못하고 1초 강제호기율이 70% 미만이 되는 근로자를 결과로 선정한 한계점이 있다. 그러나 일개 조선소의 정규직 근로자로서 근무하며 동일 업무를 수행하고 있는 인원들에 대해 사업장에서 의무적으로 실시하도록 하는 작업 환경 측정 결과를 바탕으로 유해 인자의 노출 여부를 파악하였고, 만성 노출의 영향을 파악하기 위해 근무력과 흡연에 대한 영향을 함께 고려하여 평가하였으며, 현재 대규모로 시행되고 있는 근로자 건강 진단의 폐활량 검사를 어떻게 특수건강진단 판정에 반영하여 근로자 건강 보호에 활용할 지를 생각해본 연구라는 점에서 의의가 있겠다.

V. 결 론

본 연구는 조선소에 근무하는 남성을 대상으로 폐쇄성 폐환기 장애 형태의 폐활량 저하와 관련된 요인을 살펴보고자 하였다. 폐활량의 저하는 흡연과 같이 일반적으로 알려진 원인 이외에도 직업적 노출로도 발생할 수 있으며, 대부분 이러한 요인이 혼재되어 있는 경우가 많다. 고령에서 많이 나타나는 만성 폐쇄성 폐질환의 특성과 건강 근로자 효과 그리고 사업장에서의 저농도 만성 폭로의 노출 형태로 인해

직업적 노출요인을 확인하는 데 어려움이 있지만, 본 연구에서 유해인자 노출군에서 유의하게 폐활량이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 근무기간이 길수록 영향이 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 고려해 볼 때, 사업장내 금연 사업뿐만 아니라 사업장 보건관리에 근무기간에 따라 근로자 건강관리를 세분화하는 것도 의미가 있을 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)의 지원을 받아 연구되었음

References

- Akbarkhanzadeh F. Long-term effects of welding fumes upon respiratory symptoms and pulmonary function. *J Occup Med* 1980;22(5):337-341
- Antonini JM, Lewis AB, Roberts JR, Whaley DA. Pulmonary effects of welding fumes: Review of worker and experimental animal studies. *Am J Ind Med* 2003;43(4):350-360
- Becklake MR. Occupational Exposures: Evidence for a causal association with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:85-91
- Benke G, Sim M, Fritschi L, Aldred G. Beyond the job exposure matrix(JEM): The task exposure matrix(TEM). *Ann Occup Hyg* 2000;44(6):475-482
- Benke G, Sim M, Fritschi L, Aldred G, Forbes A et al. Comparison of occupational exposure using tree different methods: Hygiene panel, job exposure matrix(JEM), and self reports. *Appl Occup Environ Hyg* 2001;16(1):84-91
- Blanc PD, Iribarren C, Trupin L, Earnest G, Katz PP et al. Occupational exposures and the risk of COPD: dusty trades revisited. *Thorax* 2009;64(1):6-12
- Boschetto P, Quintavalle S, Miotto D, Lo Cascio N, Zeni E et al. Chronic obstructive pulmonary disease(COPD) and occupational exposures. *J Occup Med Toxicol* 2006;1:11
- Bose P, Bathri R. Association of microsatellite instability and chronic obstructive pulmonary disorder in isocyanate-exposed population of Bhopal. *Indian J Hum Genet* 2012;18(2):172-176
- Bourgard E, Wild P, Gonzalez M, Fevotte J, Penven E et al. Comparison of exposure assessment methods in a lung cancer case-control study: performance of a lifelong task-based questionnaire for asbestos and PAHs. *Occup Environ Med* 2013;70(12):884-891
- Choi, JK, Paek D, Lee JO. Normal predictive values of spirometry in korean population. *Tuberc Respir Dis* 2005;58:230-242
- COPD guideline 2014. The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Disease 2014
- Dewar R, Siemiatycki J, and Gérin M. Loss of statistical power associated with the use of a job-exposure matrix in occupational case-control studies. *Appl Occup Environ Hyg* 1991;6:508-515
- Gold(Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2015 Global initiative for Chronic obstructive lung disease, Inc
- Hnizdo E, Sullivan P, Bang K. 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 of Epidemiol* 2002;156:738-746
- Kim DS, Kim YS, Jung KS, Chang JH, Lim CM et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Korea. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:842-847
- Kim SJ, MH Suk, HM Choi, KC Kim, KH Jung et al. The local prevalence of COPD by post-bronchodilator GOLD criteria in Korea. *Int J Tuberc Lung Dis* 2006;10(12):1393-1398
- 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(6):725-734
- Kor DH, Kim JI, Kim KH, You SW and Korea Welders Cohort Group. Welding fume exposure and chronic obstructive pulmonary disease in welders. *Occup Med(Lond)* 2015;65(1):72-77
- Korczynski RE. Occupational health concerns in the welding industry. *Appl Occup Environ Hyg* 2000;15:936-945
- Lee HP, Koh DH, Lee EC. Occupational chronic obstructive pulmonary disease cases evaluated by workers' compensation in Korea. *Korean J Occup Environ Med* 2009;21:53-62
- Lee JO, Choi BS. Changes of pulmonary disability grades according to the spirometry reference equations. *Tuberc Respir Dis* 2010;69:108
- Lillienberg L, Zock JP, Kromhout H, Plana E, Jarvis D et al.

- A Population-based study on welding exposures at work and respiratory symptoms. *Ann Occup Hyg* 2008;52:107-115
- Mannino M, Buist A. Global burden of COPD: risk factors, prevalence, and future trends. *Lancet* 2007;370:765-773
- Marongiu A, Minelli C, Canova C, Schofield S, Szram J et al. P129 Systematic review and meta-analysis of cross-sectional studies on arc welding fume effects and obstructive lung disease. *Thorax* 2014;69:a135-a136
- Meo SA, AlKhilawi T. Health hazards of welding fumes. *Saudi Medical Journal* 2003;24:1176-1182
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-338.
- Morris JF, Koski A, Johnson LC. Spirometric standards for healthy nonsmoking Adults. *J Occup Environ Med* 1971;13
- Occupational Safety and Health Research Institute. Pulmonary function test. Korea Occupational Safety & Health Agency 2012
- Ozdemir O, Numanoğlu N, Gönüllü U, Savas J, Alper D et al. Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests and respiratory symptoms. *Occup Environ Med* 1995;52(12):800-803
- Paek D, Choi JK, Choi BS. Normal predictive values of FVC and FEV1 for healthy Korean male workers. *Korean J Occup Environ Med* 1994;6:175-186
- Puntoni R, Merlo F, Borsa L, Reggiardo G, Garrone E et al. A historical cohort mortality study among shipyard workers in Genoa, Italy. *Ame J Ind Med* 2001;40:363-370
- Rastogi SK, Gupta BN, Husain T, Mathur N, Srivastava S. Spirometric abnormalities among welders. *Environ Res* 1991;56(1):12-24
- Salvi S, Barnes P. Chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers. *Lancet* 2009;374:733-743
- Sohn HS, Kim SJ, Kim JH, Lee CU, Jeong KW et al. Radiographic findings by the state of exposure to welding fumes and pulmonary function test in pneumoconiosis of shipyard welders. *Korean J Occup Environ Med* 1991;3(2):200-208
- Song EH, Oh YM, Hond SB, Shim TS, Lim CM et al. Selection of reference equations for lung volumes and diffusing capacity in Korea. *Tuberc Respir Dis* 2006;61:218
- Temel O, Sakar C, Yaman N, Sarioglu N, Alkac C et al. Occupational asthma in welders and painters. *Tuberk Toraks* 2010;58(1):64-70
- Weinmann S, Vollmer M, Breen V, Heumann M, Hnizdo E et al. COPD and occupational exposures: A case-control study. *J Occup Environl Med* 2008;50
- Yoo KH, Sung K. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Korea: The fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 2008. *Respirology* 2011;16:659-665