

광양 제철소 주변지역 거주자들의 폐기능과 영향 요인

홍은주 · 안기섭* · 정은경** · 최재호*** · Xinbiao Guo**** · 손부순†

순천향대학교 환경보건학과, *백석문화대학교 보건환경학과, **숙명여자대학교 생명과학과,
안산대학교 방사선과, *북경대학교 의학부 공공위생학과

Pulmonary Function and Influence Factors among Residents around Gwangyang Steel Mill

Eun-Ju Hong, Gi-Sub Ahn*, Eun Kyung Chung**, Jae-Ho Choi***,
Xinbiao Guo****, and Bu-Soon Son†

Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University, Chungnam, Korea

**Division of Health Environment, Baexseok Cultural University, Chungnam, Korea*

***Division of Biological Science, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea*

****Department of Radiological Technology, Ansan University, Ansan, Korea*

*****Department of Occupational & Environmental Health Sciences Peking University, China*

ABSTRACT

Objectives: This study aims to identify the influential factors on the pulmonary function of targeted general residents in the areas surrounding Gwangyang Steel Mill.

Methods: An PFT (Pulmonary Function Test) was conducted from May 2007 to November 2007 on 974 target residents (438 male, 536 female), including an exposed group (674 people) who resided within a radius of 5 km from Gwangyang Steel Mill in Gwangyang-si, Jeollanam-do and a control group (300 people) who resided outside a radius of 15 km. A survey related to personal characteristics, life habits, respiratory diseases and allergic symptoms, medical histories and living environments of the residents was also conducted to identify influential factors on pulmonary function.

Results: As %FEV₁ and %FVC of the exposed group are 99.17% and 96.98%, respectively, and those of the control group are 105.47% and 101.91%, respectively, with the PFT values of the exposed group being lower than those of the control group ($p < 0.001$), it turns out that the pollution in the industrial complex is likely to trigger a reduction in the pulmonary function of local residents. The odds ratio analysis result for asthma diagnosis history indicates that the odds ratios tend to be higher among surveyed residents who are living near above-average traffic volumes and are using beds, where it is statistically meaningful that especially the odds ratios are higher if the residences are closer to roads ($p < 0.01$, CI=1.12-4.52). The factors that affect the FEV₁ are identified as smoking, passive smoking, asthma diagnosis history, nasal congestion symptoms and allergic eye disease ($R^2=0.154$, $p < 0.001$). The factors that affect the FVC are identified as smoking, passive smoking, asthma diagnosis history and allergic coryza ($R^2=0.158$, $p < 0.001$). In addition, the analysis result for the relevance of air pollution levels to pulmonary function (FEV₁, FVC) shows that FEV₁ and FVC tend to decrease as the concentration of O₃ increases.

Conclusions: We believe that this study may provide preliminary data for the development of preventive measures for health effects on the residents and environmental health control measures for environmental pollution in the industrial complex area.

Key words: Pulmonary function test, Asthma, Air pollution, Industrial complex

†Corresponding author: Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University, Chungnam 336-745, Korea, Tel: +82-41-530-1270, Fax: +82-41-530-1272, E-mail: sonbss@sch.ac.kr

Received: 5 March 2011, Revised: 6 May 2011, Accepted: 16 June 2011

I. 서 론

우리나라는 급격한 산업화 과정을 거치면서 많은 변화가 있었고, 산업화 과정에 따라 에너지를 공급 받기 위해 발전소, 석유화학 공업단지 및 철강 공업 단지를 조성하게 되었다. 이러한 공업단지의 조성은 우리나라 경제발전에 중요한 역할을 담당하였지만, 주변지역에 악취와 대기오염, 토양오염, 중금속등을 배출하여 지역사회에 많은 피해를 주어 이로 인하여 지역주민과의 갈등에 중요한 원인이 되고 있다.^{1,2)} 환경오염이 공단 인근 주민의 생활과 건강에 위협을 주게 되면서 환경문제가 국가적인 차원에서 해결해야 할 문제로 대두되었고,³⁾ 따라서 국민건강 보호를 위한 강화된 환경정책 수립을 추진하고 있다.⁴⁾ 최근 들어 광양, 시화, 울산, 포항과 같이 대규모 국가산업단지(산단)가 입지한 지역의 주민들이 천식, 알레르기 등의 환경성질환으로 인한 건강이상 증세를 호소하는 경우가 증가하고 있어 이들 지역에 대해 환경오염과 지역주민의 건강영향에 대한 조사가 수년간 진행되어 왔다.⁵⁾ 호흡기계는 대기오염 물질이 인체 내에 흡입 또는 흡수될 때 인체의 장기 중 가장 직접적이고도 많은 영역으로 접촉하고 있는 부위로서, 여기에 대기오염물질이 계속 작용하게 되면 자체 방어기능을 약화시켜 각종 호흡기질환이 발생한다.⁶⁾ 대기오염은 급성 호흡기계 질환의 발생을 증가시키고 폐 기능 장애유발, 호흡기계 질환 유병률, 입원률 및 호흡기계 질환에 의한 사망률 증가, 만성 호흡기계 질환의 악화, 천식 유병률을 증가시킨다고 하였고,⁷⁾ 이러한 피해는 노인, 병약자, 어린 아이 등 민감 집단에게 먼저 나타나며 더 큰 영향을 미친다.⁸⁾ 인구집단에 대한 대기오염의 호흡기계 영향을 평가하기 위한 역학적 연구방법 중 폐기능 검사는 검사기구가 비교적 저렴하며 측정이 간편하기 때문에 대기오염역학 분야에서 많이 사용되고 있는 방법이다.⁹⁾ 그러나 폐에 질환이 없는 정상인들도 성, 연령, 신장 및 건강상태에 따라서 차이가 있을 뿐 아니라, 지역과 인종에 따라서도 차이가 있으므로, 폐기능 검사의 절대치를 평가하는 것보다 건강 인에서 구한 정상 예측치와 비교하는 것이 통례이다.¹⁰⁾ 이전 연구에 의하면 호흡기계 질환 및 증상은 인구집단의 유전적인 소인 및 다양한 환경물질 노출로 인해 발생 및 악화되고 있는 것으로 보고되고 있으며,¹¹⁾ 이

러한 요인은 폐기능을 감소시키고, 알레르기성 질환을 유발하는 것으로 알려져 호흡기계 질환의 중요한 노출원이 되고 있다.¹²⁾

이에 본 연구는 광양 제철소 주변 지역에 거주하는 주민을 대상으로 폐기능 검사, 호흡기질환 관련 설문조사 및 건강검진을 통하여 거주지역의 환경요인이 노출군과 비교군에 미치는 영향을 파악하고 호흡기계에 영향을 주는 요인과 폐기능과의 관련성을 규명하여 향후, 산단지역의 환경오염에 따른 지역 주민의 건강영향 예방대책 수립과 지자체 환경보건 정책의 자료로 제공하고자 한다.

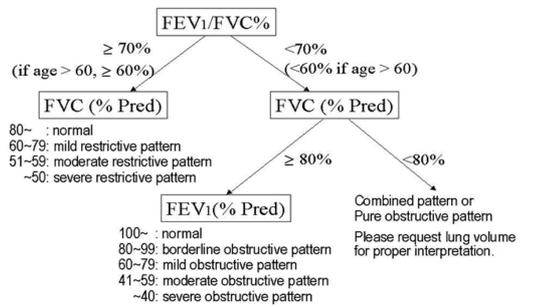
II. 연구방법

1. 연구대상 및 설문조사

본 연구는 2007년 5월부터 2007년 11월까지 전라남도 광양시 광양 제철소 반경 5 km 이내에 인접한 노출군(674명)과 약 반경 15 km 이상 떨어진 비교군(300명) 지역주민 974명을 대상(남자 438명, 여자 536)으로 폐기능 검사를 실시하였고, 동시에 폐기능 영향요인을 파악하기 위하여 거주민들의 개인특성, 생활습관, 호흡기계 질환 및 알레르기 증상, 질병력, 거주환경과 관련한 설문조사를 실시하였다. 설문지는 국립환경과학원에서 개발한 설문지를 사용하였다.¹³⁾

2. 폐기능 검사 방법

본 연구에서 사용한 폐기능 검사기구는 Schiller(sp-1, Swiss)이었다. 폐기능 검사는 사전에 피검자에게 충분히 자세 및 사용법에 대해 교육을 하였고, 검사자가 시범을 보인 후 측정하였다.



Positive bronchodilator response = FVC or FEV1 : increased ≤ 12% & 200ml

Fig. 1. Pulmonary function test standards.

본 연구에 이용된 폐기능 지표는 노력성 폐활량 (FVC)과 1초간 노력성 호기량(FEV₁), 1초율(FEV₁/FVC)를 측정하여 이용하였으며, FEV₁, FVC은 한국인의 폐기능을 기초로 신장, 몸무게, 성별, 연령을 보정하여 제시된 식에 따라 예측치[Percent-predicted value for forced expiratory volume in the one second, FEV₁ predictive value(%)]로 변환하였다.¹⁰⁾ 폐기능 예측식 검사의 기준은 Fig. 1과 같다.

3. 폐기능 이상자 판정

폐활량 측정법 검사 결과 해석에 이용되는 지표로 FVC는 제한성 환기 장애의 지표로, FEV₁은 폐쇄성 환기 장애의 지표로 간주되고 있다. 그러나 FVC는 기도 폐쇄의 경우에도 감소할 수 있으므로 FVC 감소 원인을 알기 위해서 일초율(FEV₁/FVC)를 참조해야 한다(Table 1).

폐쇄성 폐질환(Obstruction Lung Disease, OLD)란 공기를 내설 때 기도저항이 심해지기 때문에 수반되는 장애이며, 일초율이 <0.70이며 성별, 인종, 연령을 기초로 예측한 1초간 노력성 호기량 예측율(%FEV₁)이 <80%인 경우를 말한다.¹⁴⁾ 즉, 일초율이 정상에 비교하여 저하되어 있는 경우 폐쇄성 기능장애로 분류하고 기관지 천식, 만성폐쇄성 기관지염, 폐기종이 여기에 속한다.

제한성 폐질환(Restrictive Lung Disease, RLD)이란 공기를 깊이 들며 마셔도 폐와 흉곽을 충분히 팽창시킬 수 없는 상태이며, 일초율이 ≥0.70 이상이고 성별, 인종, 연령을 기초로 예측한 노력성 폐활량 예측율(이하, FVC%)이 <80%인 경우를 말한다. 즉, 일초율이 정상이나 폐활량이 저하되어 있는 경우 제한성 기능장애로 분류하며, 폐섬유증, 폐 울혈, 기흉, 호흡운동 제한 등이 여기에 속한다.

Table 1. Definitions of lung disease

Pattern	FEV ₁ (% predicted)	FVC (% predicted)	FEV ₁ /FVC ratio
Normal	≥80%	NA	<0.70
Normal	NA	≥80%	≥0.70
Restricted	NA	<80%	≥0.70
Obstructed	<80%	NA	<0.70

FEV₁; forced expired volume in 1 second, FVC; forced vital capacity, NA; not applicable.

4. 대기오염 측정망 자료 분석

2006년 1월~2007년 2월까지 연구 대상 자동측정망(광양지역-중동, 태인동, 진상, 칠성리) 자료¹⁵⁾를 이용하여 대기 오염도를 분석하였다.

5. 통계분석

연구대상자들의 일반적인 특성, 폐기능 측정결과 및 자료에 대한 기초통계량의 산출은 SPSS Ver. 18.0과 EXCEL을 이용하였다. 노출군과 비교군의 평균의 차이 검정은 T-test, 세집단 이상에 따른 폐기능의 차이 검정은 분산분석(ANOVA)를 사용하였으며, 천식진단 경험율에 대한 호흡기 증상 및 알레르기 증상과의 관련성은 로지스틱 회귀분석(Logistic regression analysis)을 실시하였다. 또한, 폐기능에 영향을 주는 환경요인을 알아보기 위하여 다중회귀분석(Multiple regression analysis)을 통해 분석하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상 지역의 주민들의 폐기능 측정치를 성별, 노출군과 비교군, 연령에 따라 Table 2에 나타냈다. %FEV₁과 %FEV₁/FVC은 남자가 각각 99.35%, 80.87%, 여자가 각각 102.55%, 81.59%로 %FEV₁은 남자가 여자에 비해 통계적으로 유의하게 낮았고 (p<0.05), %FVC은 남자(99.64%)가 높았다.

Lee는 과거 분진에 노출된 남자 근로자들의 폐기능이 유의하게 감소한다고 보고 하였는데,¹⁶⁾ 남성이 여성에 비해 직업적으로 폐기능의 감소와 관련한 요인에 노출될 가능성이 크기 때문에 본 연구 결과에서 보였듯이 남성의 폐기능 측정치가 여자보다 낮았다.

또한, 노출군과 비교군으로 구분하여 폐기능 측정치를 분석한 결과 노출군에서 %FEV₁, %FVC이 각각 99.17%, 96.98%이었고, 비교군이 각각 105.47%, 101.91%로 노출군이 비교군보다 폐기능 측정치가 낮았다(각각, p<0.001). 노출군의 폐기능 측정치가 비교군 보다 작은 것으로 보아 산단과 인접해 있을수록 폐기능에 영향을 줄 만한 환경요인에 노출되고 있는 것으로 판단된다.

Table 2. Pulmonary function level according to variables

Variables	N(974)	Mean±S.D.		
		%FEV ₁	%FVC	%FEV ₁ /FVC
No. of subject				
Male	438	99.35±21.15	99.64±19.29	80.87±9.10
Femlale	536	102.55±24.91	97.56±19.52	81.59±9.35
p-value		0.030**	0.097	0.225
Exposure				
Exposure	674	99.17±22.29	96.98±18.86	80.97±9.59
Non-exposure	300	105.47±25.05	101.91±20.26	81.41±8.48
p-value		0.000***	0.000***	0.114
Age Group				
>9	18	98.50±12.01	102.72±12.76	86.59±7.97
10~19	325	90.65±16.02	98.09±17.05	84.24±8.03
20~39	70	100.68±19.52	96.48±19.01	83.37±8.40
40~59	308	107.56±20.71	100.25±17.03	81.06±7.45
60<	253	107.02±30.16	97.14±24.74	76.77±10.11
Average	41			
p-value		0.000***	0.242	0.000***
Smoking				
No	684	101.16±22.00	99.18±20.04	79.17±9.19
Yes	150	100.98±24.21	98.30±19.91	81.41±9.35
p-value		0.933	0.625	0.008**
Passive smoking				
No	356	105.48±25.26	99.42±20.25	80.39±9.97
Yes	426	97.25±22.44	98.53±19.88	81.77±8.86
p-value		0.933	0.625	0.008**

** : p<0.01, *** : p<0.001, S.D.: Standard Deviation, No.: Number

한편, 대상지역 폐기능 측정자의 연령별 분포에 따른 폐기능 측정결과 %FEV₁은 연령이 낮을수록 작고(p<0.001), %FVC은 9세 이하에서 가장 컸으며 %FEV₁/FVC은 연령이 증가 할수록 유의하게 감소하였다(p<0.001). 이전 연구에서 Murray 등은 연령이 증가함에 따라 폐의 탄성이 감소하고 기종이 증가하는 등의 형태학적 변화가 나타난다고 보고하였으며,¹⁷⁾ Hong은 연령이 증가함에 따라 각 장기의 기능적 예비능력의 감소가 일어나게 되어 폐기능의 감소가 일어난다고 하였다.¹⁸⁾ 또한, Goldman 등의 연구에서도 나이가 들수록 FEV₁와 FVC 값은 감소하는 것으로 보고하고 있다.¹⁹⁾ 본 연구에서는 연령이 증가할수록 처음 1초 동안의 노력성 호기량(FEV₁)은 크고 FVC과 일초율이 감소하였다. FVC는 제한성 환기 장애의 지표이지만 FVC는 기도 폐쇄의 경

우에도 감소할 수 있으므로 FVC가 감소할 때 일초율이 감소하는 것으로 보아 연령이 증가 할수록 폐쇄성 환기 장애가 생길 가능성이 높다.

흡연에 따른 폐기능 측정치는 흡연군의 %FEV₁와 %FVC가 각각 100.98, 98.30으로 비흡연군의 %FEV₁(101.16)과 %FVC(99.18)의 측정치보다 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 일초율은 흡연군이 79.17%, 비흡연군이 81.41%로 흡연군이 낮았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). Gan 등은 흡연이 FEV₁의 감소와 관련이 있으며, 빈약한 폐기능을 가진 환자에서 관찰된 조직 합병증도 흡연과 관련이 있다고 제안하고 있다.²⁰⁾ Park 등의 흡연군과 비흡연군의 비교분석에서 남성군에서 흡연에 의한 폐활량의 감소는 유의성을 확인할 수는 없었지만 감소 경향을 보였다고 보고하고 있다.²¹⁾ Lee

등의 연구결과에 따르면 흡연이 특히 폐기능 FEV₁을 저하시킨다고 하였으며, 흡연 중단자 및 흡연자에 있어서 흡연이 폐기능에 미치는 영향에서는 흡연량(pack years)이 많을수록 모든 검사 지표에서 음의 상관관계를 보였다고 보고하고 있다.²²⁾ 본 연구 결과 %FEV₁과 %FVC 측정치가 흡연자에게서 낮게 나타나 다른 연구와 일치하였다. 그러나, 본 연구는 설문을 이용한 것으로 정확한 흡연력을 파악하는데는 한계가 있고, 흡연이 폐기능에 영향을 줄 수는 있겠으나, 폐기능 측정치의 차이를 흡연만으로 설명하기에는 무리가 있다.

간접흡연에 대한 %FEV₁과 %FVC는 간접흡연을 한다고 응답한 주민(각각 97.25%, 98.53%)이 간접흡연을 안 한다고 응답한 주민(각각 105.48%, 99.42%)보다 폐기능 측정치가 낮았다.

Zlotkowska 등과 Mannino 등의 연구에 의하면 생후 간접흡연에 노출된 아이는 기관지염의 위험비가 높아지는 것으로 나타났으며,^{23,24)} 부모의 흡연이 어린이의 호흡기 질환의 발생 및 빈도를 증가시키는 중요한 요인으로 작용한다고 보고하고 있다. Whincup 등의 연구에 의하면 간접흡연 노출이 만성 부비동염(축농증) 등의 코질환 위험을 약 40% 증가시키는 것으로 보고하고 있으며,²⁵⁾ 이는 어린이 뿐만 아니라

비흡연자 모두 간접흡연 노출에 의한 호흡기 질환에 걸릴 위험성이 있음을 의미하고 있다. 본 연구 결과 %FEV₁과 %FVC 모두 간접 흡연군이 낮은 측정치를 보여 기존 연구와 같은 결과를 얻었다.

2. 각 요인별 폐기능

1) 거주환경

폐기능의 간접 지표로 활용될 수 있는 천식에 대한 거주환경 관련요인(인접도로와의 거리, 인접도로 교통량, 침대사용여부, 애완동물소유여부)에 따른 천식진단 경험율과 위험비의 결과를 Table 3에 나타내었다. 천식진단 경험율은 태어나서 지금까지 천식으로 진단받은 적이 있다고 응답한 주민에 대한 진단 경험율이다. 거주지가 도로로부터 100 m 미만인 경우에 천식진단 경험율이 유의하게 높았다(p<0.01). 통행량이 보통 이상일 경우, 침대를 사용하는 경우도 천식의 위험비가 높게 나타나 본 연구결과 거주지가 도로에서 먼 거리보다는 가까운 거리, 통행량이 평균보다 적은 것에 비해 많을수록 폐기능이 감소되는 경향을 보이고 있다. 그리고, Park 등의 보고²⁶⁾에서도 호흡기 질환과 교통량이 관련이 있으며, 거주지가 도로에 인접해있고 교통량이 많을수록 폐기능을 악화 시킨다고 하였다. 침대를 사용하는 그

Table 3. The odds ratio of asthma diagnosis history according to Residential environment

Variables	No. of subjects	Asthma diagnosis history (%)	O.R.	95% C.I.
Distance from road				
>100 m	571	30(5.3)		
≤ 100 m	166	21(12.7)	2.37**	1.12-4.52
Traffic amount before house				
< Average	583	42(7.2)		
≥ Average	98	9(9.2)	1.25	0.72-3.08
Bed use				
No	467	31(6.6)		
Yes	452	37(8.2)	1.06	0.56-2.01
Breeding Pets at home				
No	428	36(8.4)		
Yes	490	33(6.7)	0.92	0.48-1.74
No. of Family member				
>4	603	50(8.3)		
≤ 4	196	11(5.6)	0.84	0.43-2.02

** : p<0.01, Wald test, No.: Number.

룹의 경우 천식 증상의 위험비가 높았는데 Maier 등의 경우 같은 경향을 보였다.²⁷⁾ 따라서, 본 연구 결과 교통량이 많은 곳에 거주하고 침대를 사용하는 주민에게서 낮은 폐기능치를 보였음을 확인할 수 있었다. 애완동물을 기르고 있는 경우와 가족구성원이 4인을 초과하는 경우 천식의 위험비가 작았다. Park 등의 연구에 의하면 가족 구성원의 수가 3인 이하인 경우 만성호흡기질환 및 천명음의 유병률이 통계적 유의성은 없으나 2배 정도 높게 나타났다고 보고²⁶⁾ 한 바와 유사한 결과를 보인다.

2) 호흡기계 및 알레르기 증상

폐기능에 대한 호흡기계 증상(천명, 천식진단경험, 운동 중 천명 유무) 및 알레르기증상(코막힘, 알레르기성 비염, 알레르기성 눈병, 아토피성 피부염)과 관련한 질문에 따른 폐기능 이상자에 대한 유병율과 위험비 결과를 Table 4에 나타내었다.

천식진단(OR=1.91) 경험이 있으며(p<0.01), 코막힘(OR=2.39) 증상이 있는 경우(p<0.01)에 폐기능의 위험비가 높았으며, 천명증상(OR=1.50) 경험이 있는 경우, 운동 중 천명(OR=1.65)의 증상이 있는 경우, 알레르기성 비염(OR=2.01) 증상 경험이 있는 경우 등에서 폐기능 이상의 위험비가 높았다.

천식은 대표적인 호흡기 질환이며, 천명은 숨을 쉴 때 좁아진 기관지를 따라 공기가 통과할 때 들리는 특징적인 호흡음을 뜻하는데, 본 연구 결과 천명과 운동 중 천명의 경험이 있는 주민에게서 폐기능 위험비가 높다는 것이 확인되었다. 코막힘은 알레르기 비염 환자의 가장 주된 증상중 하나이며, 실내의 집 먼지나 실외 공기가 영향을 줄 수 있다.²⁸⁾ 일반적으로 전 인구의 10-15% 정도가 알레르기성 질환이 있다고 알려져 있고, 최근에 환경오염과 공해의 증가로 알레르기성 비염이 세계적으로 증가되는 추세에 있다.²⁹⁾

Table 4. The odds ratio of pulmonary function according to respiratory and Allergic symptoms

Variables	No. of subjects	Abnormal pulmonary function (%)	O.R.	95% C.I.
Asthma diagnosis history				
No	852	116(13.6)		
Yes	69	15(21.7)	1.91**	1.11-3.30
Wheezing				
No	715	101(14.1)		
Yes	136	24(17.6)	1.82	0.86-3.85
Exercising wheezing				
No	768	102(13.3)		
Yes	97	14(14.4)	1.65	0.82-3.05
Nasal congestion				
No	818	104(12.7)		
Yes	115	18(14.8)	2.39**	1.65-4.08
Allergic eye disease				
No	643	85(13.2)		
Yes	273	40(14.7)	1.64	0.81-3.03
Allergic rhinitis				
No	628	89(14.2)		
Yes	265	42(15.8)	1.50	0.78-2.90
Atopy dermatitis				
No	766	111(14.4)		
Yes	114	15(13.2)	0.93	0.53-1.64

** : p<0.01, Wald test.

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

DV	IV	β	S.E	P	R ²	Adj R ²	F-value
FEV1	Smoking ^a	-0.539	0.082	0.000	0.087	0.154	24.023*
	Passive smoking ^a	-0.315	0.063	0.000	0.129		
	Asthma diagnosis history ^b	-0.380	0.111	0.002	0.142		
	Nasal congestion ^b	-0.263	0.092	0.003	0.154		
	Allergic eye disease ^b	-0.151	0.066	0.023	0.161		
FVC	Smoking ^a	-0.751	0.095	0.000	0.114	0.158	30.649*
	Passive smoking ^a	-0.359	0.073	0.000	0.148		
	Asthma diagnosis history ^b	-0.338	0.129	0.009	0.155		
	Allergic rhinitis ^b	-0.248	0.096	0.010	0.164		

DV, dependent variable; IV, independent variable; SE, standard error, *: p<0.001 by F-test.

^aSmoking, Passive-smoking: 0=No, 1=Yes, ^bnasal congestion, asthma diagnosis experience, allergic rhinitis: 0=No, 1=Yes.

3) 영향요인의 회귀분석

대상지역 주민들의 폐기능에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 개인의 폐활량을 실측한 폐기능 지표인 FEV₁와 FVC를 종속변수로 하고, 생활습관 요인(흡연여부, 간접흡연), 호흡기계 및 알레르기성 증상요인(천식진단경험, 천명, 알레르기성 비염, 알레르기성 눈병, 아토피 피부염)을 독립변수로 하여 다중회귀분석(stepwise)을 시행하여 Table 5에 나타내었다.

FEV₁에 영향을 주는 요인으로 흡연, 간접흡연, 천식, 코막힘, 알레르기성 눈병으로 확인되었으며 (R²=0.154, p<0.001), FVC에 영향을 주는 요인으로 흡연, 간접흡연, 천식진단경험, 알레르기성 비염으로 나타났다(R²=0.158, p<0.001). 기존연구에 의하면 연구대상 지역의 경우 천식진단 비율이 타 지역에 비하여 높다고 보고되고 있어,³⁾ 이는 대상 지역 주민의 경우 천식 등 호흡기 질환에 민감한 반응을 보일 수 있다는 것을 의미한다. Choi 등은 성인 천식 환자에서 현재 흡연을 하거나 과거 흡연력이 있는

경우 폐기능 감소와 천식의 중증도가 높았으며 임상 증상의 빈도가 많다고 보고하고 있다.³⁰⁾

따라서, 본 연구결과 확인된 폐기능에 가장 크게 영향을 주는 요인은 흡연이었으며, 천식진단경험이 있는 주민과 코막힘 등의 알레르기증상을 가지고 있는 주민일수록 FEV₁과 FVC가 모두 감소하는 경향을 보였다. 따라서, 천식 등 호흡기질환 환자 및 알레르기성 질환자에 대해 건강한 일반주민과는 별도로 특별한 관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

4. 폐기능과 대기오염물질

1) 대상지역의 대기오염물질 분석

2006년 1월~2007년 2월까지 연구 대상 지역의 자동측정망(광양지역-중동, 태인동, 진상, 칠성리) 자료³¹⁾를 이용하여 대기 오염도를 분석하여 Table 6에 나타내었다.

SO₂, O₃, NO₂, CO, PM₁₀의 평균 농도는 각각 10.77 ppb, 28.39 ppb, 17.58 ppb, 6.01 ppm, 44.72 µg/m³로 측정되어 모두 대기환경기준치 이하였다.

Table 6. Air pollution concentration in Gwangyang (Jan. 2006-Feb. 2007)

Air pollutant	Environmental standard	Mean±S.D.	G.M.
SO ₂ (ppb)	50 (ppb/24 h)	10.77±4.73	9.78
O ₃ (ppb)	60 (ppb/8 h)	28.39±8.58	27.05
NO ₂ (ppb)	60 (ppb/24 h)	17.58±5.27	16.71
CO (ppm)	9 (ppm/8 h)	6.01±2.49	5.43
PM ₁₀ (µg/m ³)	100 (µg/m ³ /24 h)	44.72±13.46	42.74

G.M.: Geometric Mean, S.D.: Standard Deviation.

Table 7. Estimates of the regression coefficients for Air pollutants using a mixed model by FEV₁, FVC

		FEV ₁			FVC		
FEV ₁ , FVC = $\beta_0 + \beta_1$ Gender + β_2 Age + β_3 Height + β_4 Asthma + β_5 Smoking + β_6 Passive smoking + β_7 Air pollutant							
variable	β	SE	t	β	SE	t	
β_0	-3.45	2.29	-1.44	-8.60	1.01	-8.44***	
β_1	0.05	0.20	0.55	-0.18	0.09	-2.03	
β_2	-0.35	0.01	-4.23***	-0.01	0.002	-3.34**	
β_3	0.38	0.01	3.24**	0.08	0.01	13.21***	
β_4	-0.19	0.33	-1.65	-0.29	0.14	-2.01*	
β_5	0.38	0.01	3.24**	0.08	0.01	13.21***	
β_6	-0.19	0.33	-1.65	-0.29	0.14	-2.01*	
β_7 (SO ₂)	-0.14	0.14	-0.24	-0.16	0.06	-1.19	
β_0	-3.36	2.41	-1.40	-6.40	1.87	-3.41***	
β_1	0.08	0.21	0.57	-0.14	0.15	-2.02*	
β_2	-0.45	0.05	-4.26***	-0.23	0.003	-3.99***	
β_3	0.04	0.01	3.14**	0.52	0.01	6.59***	
β_4	-0.18	0.33	-1.77	-0.07	0.22	-1.57	
β_5	-0.01	0.001	-14.87***	-0.01	0.002	-5.46***	
β_6	-0.04	0.003	-14.07***	-0.04	0.006	-6.41***	
β_7 (O ₃)	-0.23	0.039	-5.91***	-0.26	0.10	-2.60**	
β_0	-2.08	2.39	-1.17	-8.99	1.02	-8.83***	
β_1	0.05	0.20	0.40	-0.18	0.09	-1.93	
β_2	-0.44	0.01	-4.27***	-0.01	0.002	-3.09***	
β_3	0.41	0.01	3.10**	0.08	0.01	13.89***	
β_4	-0.16	0.33	-1.63	-0.30	0.14	-2.09	
β_5	-4.89	0.48	-10.19***	-4.171	0.33	-12.51***	
β_6	-0.32	0.05	-7.05***	-0.20	0.04	-5.49***	
β_7 (NO ₂)	-0.02	0.01	-0.22	-0.02	0.01	-0.27	
β_0	-3.32	2.36	-1.41	-5.54	1.89	-2.94**	
β_1	0.05	0.20	0.41	-0.37	0.15	-2.45**	
β_2	-0.45	0.01	-4.29***	-0.25	0.003	-4.35***	
β_3	0.44	0.01	3.33**	0.50	0.01	6.32***	
β_4	-0.17	0.32	-1.69	-0.08	0.22	-1.69	
β_5	-3.57	0.25	-8.61***	-3.41	0.89	-3.80***	
β_6	-0.23	0.039	-5.91***	-0.26	0.10	-2.60**	
β_7 (CO)	-0.15	0.03	-1.44	-0.13	0.02	-1.44	
β_0	-3.37	2.40	-1.40	-8.88	1.03	-8.66***	
β_1	0.12	0.20	0.61	-0.19	0.09	-2.05**	
β_2	-0.45	0.01	-4.17***	-0.12	0.002	-2.99**	
β_3	0.43	0.01	3.19***	0.65	0.01	10.21***	
β_4	-0.18	0.32	-1.82	-0.08	0.14	-2.07**	
β_5	-4.89	0.48	-10.19***	-4.171	0.33	-12.51***	
β_6	-0.32	0.05	-7.05***	-0.20	0.04	-5.49***	
β_7 (PM ₁₀)	-0.02	0.002	-0.59	-0.02	0.01	-0.42	

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001, S.E:Standard error.

2) 폐기능과 대기오염물질의 회귀분석

폐기능과 대기오염물질 농도와의 관련성을 평가 할 때에는 성별, 연령, 신장, 천식진단 유무는 폐기능과 대기오염농도간의 관련성 분석에 있어서 통제해야 할 요인이다. 따라서, 혼합회귀모형을 이용하여 폐기능(FEV₁, FVC)에 영향을 줄 수 있는 개인요인(성별, 연령, 신장, 흡연, 간접흡연, 천식진단유무)을 통제하고 폐기능(FEV₁, FVC)과 대기오염물질(SO₂, O₃, NO₂, CO, PM₁₀) 농도의 관련성을 분석하였다(Table 7).

연구대상 지역에서 폐기능(FEV₁, FVC)에 대한 대기오염 농도 관련성을 분석한 결과 오존(O₃) 농도가 증가 할수록 FEV₁과 FVC이 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 본 연구 대상지역인 광양지역은 단위제철소로는 세계 최대인 광양제철소가 입지해 있으며, 광양시를 중심으로 북동쪽에는 하동 화력발전소, 남서쪽으로 여수화학 산업단지가 위치해 있다. 또한, 제철소가 들어서면서 국내 최대의 항만시설이 있어 광양만을 운항하는 선박 등에 의하여 타 지역에 비해 광화학 오존의 전구물질인 VOCs(휘발성유기화합물; Volatile Organic Compounds) 및 질소산화물(NOx)이 다량 배출되는 특성을 가지고 있다.³²⁾ 본 연구결과와 확인된 오존 농도가 증가 할수록 폐기능이 감소하는 경향을 보이고 있는 것은 광양이 광양만에 둘러싸여 있는 폐쇄된 지형으로 구성되어 있어 지역적인 특성이 영향을 주고 있는 것으로 생각된다. 오존이 폐기능 감소에 영향을 준다는 연구 결과는 안진호가 보고하고 있고,³³⁾ 본 연구결과도 오존농도 증가가 지역 주민의 FEV₁과 FVC 감소에 기여하고 있는 점을 고려한다면, 광양권역에서의 오존에 대한 환경보건학적인 국가적 대책이 필요할 것으로 판단된다.

IV. 결 론

본 연구는 2007년 5월부터 2007년 11월까지 전라남도 광양 제철소 인근 지역주민 974명을 대상으로 폐기능 측정 및 건강검진, 설문조사 등을 실시하여, 폐기능에 미치는 영향 요인을 분석하였다. 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 노출군과 비교군으로 구분하여 폐기능 측정치를 분석한 결과 노출군에서 %FEV₁과 %FVC가 각각 99.17%, 96.98%이었고, 비교군이 각각 105.47%,

101.91%로 노출군이 비교군에 비해 폐기능 측정치가 낮아(p<0.001), 공단지역의 오염발생이 지역 주민의 폐기능 감소에 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 나타났다.

2. 천식진단 경험에 대한 위험비(odds ratio) 분석 결과 교통량이 평균보다 많고, 침대를 사용한다고 응답한 주민에게서 위험비가 높아지는 경향을 보였고, 특히 거주지가 도로에 인접하여 있을수록 위험비가 통계적으로 유의하게 높게 나타났다(p<0.01).

3. 폐기능 이상자에 대한 위험비(odds ratio) 분석 결과 천식진단 경험이 있으며, 코막힘 증상이 있는 경우에 폐기능의 위험비가 통계적으로 유의하게 높았으며(p<0.01), 천명증상 경험이 있는 경우, 운동 중 천명의 증상이 있는 경우, 알레르기성 비염증상 경험이 있는 경우 등도 통계적으로 유의성은 없지만 폐기능의 위험비가 높게 나타나는 경향을 보였다.

4. FEV₁에 영향을 주는 요인으로 흡연, 간접흡연, 천식진단경험, 코막힘 증상, 알레르기성 눈병으로 확인되었으며(R²=0.154, p<0.001), FVC에 영향을 주는 요인은 흡연, 간접흡연, 천식진단경험, 알레르기성 비염증상으로 나타났다(R²=0.158, p<0.001).

5. 폐기능(FEV₁, FVC)에 대한 대기오염 농도 관련성을 분석한 결과 최근 오존농도가 증가 할수록 FEV₁과 FVC이 감소하는 경향을 보였다(p<0.01).

이상의 연구결과 노출군이 비교군에 비해 폐기능 예측치가 낮았고, 교통량이 많고 침대를 사용하는 주민에게서 천식진단 경험에 대한 위험비가 높게 나타났으며, 폐기능 이상자에게 가장 크게 영향을 주는 요인은 천식 진단 경험과 코막힘 증상이었다. 폐기능의 지표인 FEV₁과 FVC에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 개인생활 요인인 흡연과 간접흡연이며, 천식의 진단 경험과 알레르기성 증상이 있을 때 폐기능에 영향을 주는 것으로 확인되었다. 또한, 대기오염물질 중 오존의 농도가 증가 할수록 폐기능 감소 경향을 보였다. 따라서, 이 연구는 산단 지역의 환경오염에 따른 주민의 건강영향 예방대책 수립과 환경보건관리 대책 수립을 하는데 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Lim HS. A study of monitoring method on expo-

- sure level and biomarkers of environmental pollutants-focused on Pohang. *Korean J Occup Environ Med.* 2009; 5: 118-124.
2. Lee JT, Cho YS, Son JY, Lee JW, Lee YS, Chung YH, Kim DS, Yu SD, Ahn SC. A study of monitoring method on exposure level and biomarkers of environmental pollutants: focused on Ulsan industrial complex Area. *Kor J Environ Health.* 2008; 34(3): 188-198.
 3. Ministry of Environment. Environment white paper. 2000.
 4. Ministry of Environment. Environment white paper. 2008.
 5. National Institute of Environmental Research. Monitoring on exposure level and bio-maker of environment pollutants for industrial residence. *NIER.* 2003-2008.
 6. Shin JS, Jeon SR. A comparative study on the health status of the elementary students living in a certain industrial area and a certain residential area in Busan. *J of Korean Soc of School Health.* 2002; 15(2): 263-275.
 7. Choi H, Lim DH, Kim JH, Son BG, Lim JH, Hong YC. Study on the interrelationship of air pollution and respiratory diseases in Incheon City Via Children who visited the emergency room of Inha University Hospital. *J Korean Pediatr Assoc.* 2000; 43(10): 1372-1379.
 8. Bae HJ, Kim MH, Lee AK, Park JI. Acute effects of PM₁₀ on asthma hospitalization among children and benefit analysis at Four Major Cities in Korea. *J Env Hlth Sci.* 2009; 35(1): 1-10.
 9. Bae KW, Kim YS, Park JS, Lee KY, Kwon HJ, Lee SR, Ji YG. Change of lung function and symptoms of asthmatics according to the concentration of on site measured NO₂. *Kor J Asthma, Allergy Clin Immunol.* 2004; 24(3): 324-330.
 10. Choi JG, Back DM, Lee JO. Normal predictive values of spirometry in Korean population. *Tuberc Respir Dis.* 2005; 58(3): 230-242.
 11. Maier WC, Arrighi HM, Morray B. Indoor risk factors for asthma and wheezing among Seattle school children. *Environ Health Perspect.* 2000; 105(2): 208-214.
 12. Sotir M, Yeatts Karin, Shy Carl. Presence of asthma risk factors and environmental exposures related to upper respiratory infection-triggered wheezing in middle school-age children. *Environ Health Perspect.* 2003; 111(4): 657-662.
 13. Jeong HG, Kim SY, Kim EH, Sin MH. Standardization question and input systematic development for environmental health field. *Korean J Occup Environ Med.* 2007; 151-152.
 14. Cooper B. Spirometry standards and FEV₁/FVC repeatability. *Prim Care Respir J.* 2010; 19(3): 292-294.
 15. Ministry of Environment. Environment white paper. 2007.
 16. Lee JO. A study on annual lung function changes in workers formerly exposed to dust. Yong-in University, 2009.
 17. Murray AB, Cook CD. Measurement of peak expiratory flow rates in 220 normal children form 4.5 to 18.5 years age. *J Pediat.* 1963; 62: 186-189.
 18. Hong CG. Comparison of pulmonary function of adolescence associated with exposure to smoking. Graduate School Keimyung University, 2004.
 19. Goldman L, Ausiello D, Cecil. Textbook of medicine, 22nd ed. Philadelphia: Saunders Co. 2004; 509-510.
 20. Gan QU. The interactions between cigarette smoking and reduced lung function on systemic inflammation. *Chest.* 2005; 127: 558-564.
 21. Park SJ, Kim JY, Shin WJ. Comparative study non-smoke group and smoke group by diagnosis system of oriental medicine. *Korean J Oriental Physiology & Pathology.* 2009; 23: 32-34.
 22. Lee HS, Kim NY, Lim DH, Joo HD, Lee JB, Kam S, Yeh MH. Effect of smoking on pulmonary function in ex-smokers and current smokers. *J Korean Acad Fam Med.* 2000; 21(2): 211-221.
 23. Zlotkowska R, Przegląd Lekarski. Passive smoking, atopy and respiratory health in schoolchildren. *Eur J Epidemiol.* 2004; 61(10): 1057-1060.
 24. Mannino DM, Moorman JE, Kingsley B. Health effects related to environmental tobacco smoke exposure in children in the United States: Data from the third national health and nutrition examination survey. *JAMA.* 2007; 155(1): 36-41.
 25. Whincup PH, Gilg Julie A, Emberson Jonathan R. Passive smoking and risk of coronary heart disease and stroke: prospective study with cotinine measurement. *BMJ.* 2004; 329(7459): 200-205.
 26. Park HS, Lee BE, Ha EH, Kim NH, Hong YC, Lee YK, Cho YS. Prevalence and environmental risk for respiratory symptoms among elementary school children in a city. *J of Korean Soc of School Health.* 2003; 16(2): 1-11.
 27. Maier WC, Arrighi HM, Morray B. Indoor risk factors for asthma and wheezing among Seattle school children. *Environ Health Perspect.* 1997; 105: 208-214.

28. Kim HG. A clinical on sasang constitutional treatment effectiveness of allergic rhinitis patients in Taeumin. *J of Sasang Constitutional Medicine*. 2006; 18(1): 138-146.
29. Jin SH, Kim EO, Park KS. Sensitization to house dust mite: its associations with bronchial hyperresponsiveness and lung function in asthmatic children. *Pediatr Allergy Respir Dis*. 2007; 17(4): 362-371.
30. Choi JK, Kang SH, Park YH, Bae YJ, Kim TB, Hoon Lee TH, Park CS, Moon HB, Park HW, Chang YS. Pulmonary function and clinical characteristics influenced by cigarette smoking among adult asthmatics. *Kor J Asthma, Allergy Clin Immunol*. 2008; 28(4): 263-270.
31. Ministry of Environment. Environment white paper. 2007.
32. Lee JM. Numerical simulation modeling of ozone concentration in Gwangyang bay, Master Dissertation. Graduate School of Mokpo National University, 2005.
33. Ahn JH. A study on relationship between ambient air pollutants and pulmonary function in the seoul area. Graduate School of Hanyang University, 2002.